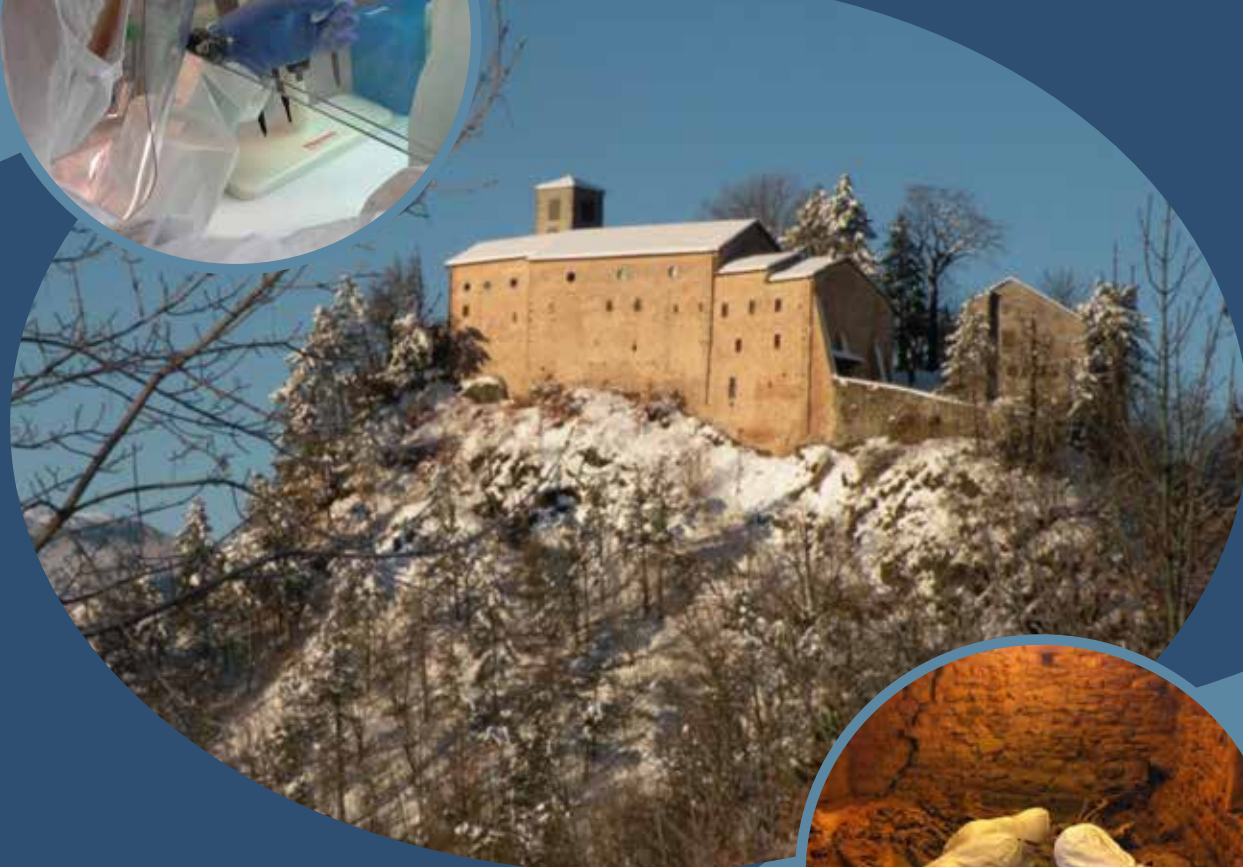
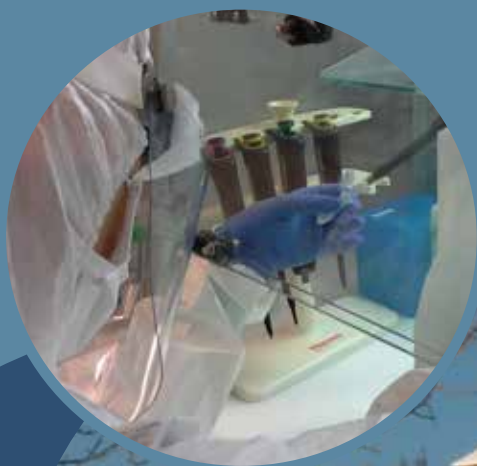


Le Mummie di Roccapelago

Un progetto pilota di ricerca interdisciplinare
tra archeologia, antropologia,
storia e scienze applicate



Le Mummie di Roccapelago

Un progetto pilota di ricerca interdisciplinare tra archeologia, antropologia, storia e scienze applicate

a cura di Elisabetta Cilli, Mirko Traversari

© 2020

Coordinamento editoriale

Fiamma Lenzi

Progetto grafico

Monica Chili

Stampato nel mese di maggio 2020

dal Centro Stampa Regione Emilia-Romagna (Bologna)

In copertina:

Veduta invernale della chiesa di Roccapelago edificata nel XVI secolo sui resti dell'antica rocca medievale; operazioni di campionamento all'interno della cripta sepolcrale della chiesa di Roccapelago; attività di analisi all'interno del Laboratorio del DNA antico nel Dipartimento di Beni Culturali dall'Università di Bologna (Campus di Ravenna).

IBC

Via Galliera, 21 40121 Bologna

Tel. 0039 051 527 6600

Fax 0039 051 232599

www.ibc.regione.emilia-romagna.it

Questo volume raccoglie le relazioni scientifiche di due convegni:

Le Mummie di Roccapelago: archeologia, antropologia e scienze applicate a confronto (Modena, 15 febbraio 2014) e *Le Mummie di Roccapelago 3.0: la rinascita degli antichi abitanti attraverso cinque anni di studi* (Ravenna, 24 marzo 2017).

ISBN 9788897281962

Le Mummie di Roccapelago

Un progetto pilota di ricerca interdisciplinare
tra archeologia, antropologia,
storia e scienze applicate

a cura di

Elisabetta Cilli

Mirko Traversari

Indice

Presentazione..... 9
Roberto Balzani

Lo studio delle mummie di Roccapelago: un modello di ricerca interdisciplinare 11
Giorgio Gruppioni, Donato Labate

Parte prima

Le Mummie di Roccapelago: archeologia, antropologia e scienze applicate a confronto

Convegno a cura di Donato Labate, Giorgio Gruppioni, Mirko Traversari

Modena, 15 febbraio 2014

Palazzo dei Musei, Musei Civici - Sala Crespellani

Il Museo di Roccapelago. Percorsi virtuali nella storia di una comunità dell'Appennino modenese 19
Antonino Vazzana, Simone Zambruno, Marco Orlandi

Roccapelago: una comunità appenninica tra Ducato estense e Repubblica di Lucca 26
Raffaele Savigni

Tracce di mais dalla cripta: testimonianze polliniche e paleonutrizionali 38
Giovanna Bosi, Federico Lugli, Paola Torri, Rossella Rinaldi, Marta Bandini Mazzanti

Monsampolo del Tronto e Roccapelago: due piccole comunità e le loro vesti fra XVI e XIX secolo..... 43
Valeria David

Abiti e sudari delle mummie di Roccapelago ed altre esperienze di recupero di abiti da sepolture 47
Annalisa Biselli, Ivana Micheletti

Un protocollo unificato per tessili e abiti provenienti da sepolture 61
Thessy Schoenholzer Nichols

Le mummie di Roccapelago: ricostruzione delle attività occupazionali in una piccola comunità dall'alto Appennino modenese del XVIII secolo attraverso gli indicatori scheletrici di carico biomeccanico e con l'ausilio di tecnologie virtuali 3D..... 71
Mirko Traversari, Caterina Minghetti, Vania Milani, Mélanie A. Frelat, Colin N. Shaw,
Giorgio Gruppioni

Studio dei resti ossei infantili rinvenuti nella cripta della chiesa di Roccapelago..... 83
Giulio Cosseddu, Maria Catena Merlo, Mélanie Agnes Frelat

<i>Il DNA delle mummie di Roccapelago: risultati preliminari</i>	92
Elisabetta Cilli, Alessio Zedde, Patrizia Serventi, Sara De Fanti, Andrea Quagliariello, Stefania Sarno, Giulia Graffi, Monica Mosconi, Mirko Traversari, Donata Luiselli, Giorgio Gruppioni	
<i>Nuove risultanze delle analisi paleonutrizionali sulle mummie di Roccapelago</i>	99
Massimo Andretta, Darinn Cam, Giancarlo Righetti	
<i>I resti umani di Roccapelago: analisi istologiche dei tessuti mummificati per la diagnostica paleopatologica e la conservazione dei reperti</i>	106
Ezio Fulcheri, Giulia Mari, Jessica Marcato, Giorgio Gruppioni, Rosa Boano	
<i>Analisi dei tessuti cutaneo e osseo delle mummie di Roccapelago mediante spettrofotometria infrarossa a trasformata di Fourier</i>	118
Maria Grazia Bridelli, Chiaramaria Stani, Roberta Bedotti, Mara Bertolotti, Raffaella Tomasini, Mirko Traversari	
<i>Programma del convegno</i>	128

Parte seconda

Le Mummie di Roccapelago 3.0: la rinascita degli antichi abitanti attraverso cinque anni di studi

Convegno a cura di Stefano Benazzi, Elisabetta Cilli, Giorgio Gruppioni, Mirko Traversari
Ravenna, 24 marzo 2017

Università di Bologna - Campus di Ravenna, Dipartimento di Beni Culturali, Sala Conferenze

<i>Mortalità infantile a Roccapelago: tra analisi antropologiche e archivi storici</i>	133
Carla Figus, Giorgio Gruppioni, Mirko Traversari	
<i>Nozze a Roccapelago, tra endogamia, esogamia ed isonimia</i>	140
Mirko Traversari	
<i>Paleogenetica e paleodemografia degli antichi abitanti di Roccapelago</i>	149
Elisabetta Cilli, Mirko Traversari, Sara De Fanti, Patrizia Serventi, Stefania Sarno, Andrea Quagliariello, Chiara Panicucci, Marta Maria Ciucani, Gianmarco Ferri, Donata Luiselli, Giorgio Gruppioni	
<i>Dieta e pratiche di foraggiamento a Roccapelago: analisi degli isotopi stabili e degli elementi in traccia</i>	158
Federico Lugli	
<i>Variabilità del microbiota e dieta nelle mummie di Roccapelago</i>	163
Elisabetta Cilli, Donata Luiselli, Mirko Traversari, Andrea Quagliariello, Federico Lugli, Patrizia Serventi, Maria Francesca Viola, Lorenzo Pavarini, Sara De Fanti, Anna Cipriani, Carlotta De Filippo, Giorgio Gruppioni	

<i>“Resistere al tempo”: analisi fisico-chimiche sui tessuti biologici delle mummie di Roccapelago</i>	171
Maria Grazia Bridelli, Chiaramaria Stani, Victor Erokin, Mirko Traversari	
<i>Indagine morfologica e molecolare sui reperti entomologici di Roccapelago</i>	182
Stefano Vanin, Sara Bortolini, Giorgia Giordani, Fabiola Tuccia	
<i>Uso e riuso di un indumento: l'esempio di alcune camicie recuperate nel contesto funerario di Roccapelago</i>	188
Thessy Schoenholzer Nichols	
<i>Programma del convegno</i>	195

Presentazione

Sono passati diversi anni dai convegni del 2014 e del 2017, è vero: ma la qualità dei contributi che qui si presentano esige che non ne andasse perduta la traccia. Il caso delle mummie di Roccapelago è straordinario: un'incredibile quantità di elementi materiali, seriali, fisici, specifici, culturali hanno permesso di mettere a fuoco la vita e la morte in un villaggio dell'Appennino modenese nel corso dell'età moderna. La microstoria, sondata attraverso approcci diversi ma convergenti, dall'antropologia fisica allo scavo d'archivio, all'esame accurato dei tessuti, ha svelato una quantità d'informazioni che in parte confermano l'immaginabile, in parte offrono ulteriori spunti di ricerca: dalla dimensione demografica all'impatto con le epidemie e con le contingenze della politica e del clima. Fino all'alimentazione, cioè al precoce arrivo di quel mais che avrebbe cambiato le abitudini delle popolazioni per centinaia di anni.

Nonostante le dimensioni davvero ridotte del campione, conservato però nella sua plausibile interezza e perciò davvero significativo per i ricercatori, il ritmo di vita nella lunga età moderna risalta con grande evidenza: si tratta di una temporalità scandita, più che da un "progresso" apprezzabile nelle dinamiche antropiche, dalla conferma di abitudini, interrotte bruscamente dall'irruzione di eventi particolarmente crudi, per ragioni naturali più che per decisioni umane. Roccapelago non era un luogo centrale e quindi non rientrava nelle grandi strategie signorili e statali del tempo: era soggetto, questo sì, alla microconflittualità di sempre, fra potenti "indige-

ni", fra attori in ascesa e altri in declino, nell'ambito di circuiti dello scambio trans-appenninici. Una società tutto sommato povera, non tanto al di sopra della linea di sussistenza; eppure in grado di assecondare qualche concessione ad indumenti sobriamente accurati, a dettagli che alludono ad un "gusto" rurale tradizionale, ma non privo di un'intrinseca qualità.

Certo, fra i resti e i documenti ufficiali d'archivio, fra l'individualità biologica estrema e il riscontro "notarile" o annalistico tramandato dalla comunità, c'è uno spazio vuoto immenso: quello delle persone, con i loro sogni e le loro illusioni. Questo flusso, personale e psicologico ma anche collettivo, è irrimediabilmente perduto; ma ciò non dipende dalla precarietà dei supporti documentari o dalla lontananza temporale: è l'oblio che attende la stragrande maggioranza delle cose materiali o immateriali relative agli esseri umani, indipendentemente dalla loro "modernità". Bisogna semmai rallegrarsi per ciò che è sopravvissuto, e per la densità della fonte rappresentata dalle mummie di Roccapelago.

L'Istituto Beni Culturali è particolarmente orgoglioso di aver collaborato a questo lungo e complicato percorso di riscoperta, insieme con l'Università e la realtà locale. Ringrazio, in particolare, la dottoressa Fiamma Lenzi, la cui sensibilità e la cui attenzione hanno permesso, in questi anni, un costante raccordo fra l'Istituto, i ricercatori e le amministrazioni.

Il "caso" di Roccapelago costituisce, per l'Istituto Beni Culturali, un modello di acquisizione al patrimonio, di conservazione, di valorizzazione

attraverso forme più “classiche” come la presente, o come le ricostruzioni virtuali. È giusto che l’intera scala delle opzioni disponibili sia sperimentata, quando sono in gioco contesti simili: si fuoriesce dall’ambito storico-artistico più familiare, si entra nel vissuto remoto di una comunità. Per i cittadini di oggi si tratta di una riconfigurazione identitaria interessante e imprevista; per chi viene da fuori, di un itinerario nella “storia sociale” e nella “storia naturale” al di là del luogo comune. La positività di

un incontro spiazzante con la materia tangibile, biologica o “artificiale”, è altamente consigliabile: in un mondo, il nostro, popolato di “oggetti” che estraniano e presentificano, spesso prodotti dall’altra parte del globo, mi pare salutare comprendere quanto una certa quantità di “cose”, *autoctone* o rese tali dal riuso, possa contribuire a svelare un “noi” remoto, fino ad ora rimasto pressoché insondabile.

Roberto Balzani

Presidente dell’Istituto per i Beni Artistici Culturali e Naturali della Regione Emilia-Romagna

Lo studio delle mummie di Roccapelago: un modello di ricerca interdisciplinare

Capita spesso nella ricerca archeologica che la scoperta di patrimoni culturali nascosti o di testimonianze storiche dimenticate vengano portati alla luce in seguito ad eventi fortuiti o non programmati. È ciò che è accaduto a Roccapelago, un piccolo borgo del Frignano, in comune di Pievepelago, nell'Alto Appennino modenese. Qui, lavori di restauro e consolidamento della Chiesa parrocchiale dedicata alla Conversione di S. Paolo, diedero luogo, fra il 2009 e il 2011, ad una serie di sondaggi e di scavi archeologici, da parte dell'allora Soprintendenza per i Beni Archeologici dell'Emilia Romagna, che riportarono alla luce i resti dell'antica rocca medievale del XIII-XIV secolo sui quali, nel XVI secolo, fu edificata una piccola chiesa che sfruttò l'interrato dell'antico fortilizio per ricavarvi una cripta sepolcrale. Con l'ampliamento della chiesa, nel '600, la cripta continuò ad essere utilizzata per le sepolture fino al 1786, quando si iniziò ad utilizzare il cimitero esterno alla chiesa tuttora in uso. Dell'antica cripta sepolcrale, non più accessibile e obliterata sotto il pavimento della chiesa, si perse poi ogni traccia e memoria fino al momento in cui l'indagine archeologica l'ha riscoperta portando alla luce, al suo interno, un cumulo di resti umani depositi l'uno sull'altro. In questa cascata, i resti che costituivano lo strato superiore, si presentavano in condizioni di parziale mummificazione per effetto di un processo naturale dovuto alle particolari condizioni microclimatiche dell'ambiente di inumazione; inoltre, molti inumati erano rivestiti degli abiti che indossava-

no al momento della deposizione ed avvolti in sudari da cui fuoriuscivano segmenti corporei con ancora conservate vaste porzioni di tessuti molli (pelle, tendini, muscoli, organi viscerali, capelli).

Uno scenario certamente impressionante quello che apparve agli occhi degli scopritori, ma immediata fu l'intuizione che quei morti erano gli antichi abitanti del piccolo borgo, testimoni taciti e inconsapevoli della vita di quella piccola comunità montana tra XVI e XVIII secolo, e che il loro studio avrebbe potuto restituire informazioni inedite e di grande interesse. È piuttosto raro, infatti, avere l'opportunità di indagare in modo diretto le modalità e le condizioni di vita della gente comune del passato, in particolare disponendo, come nel caso della cripta di Roccapelago, degli individui dell'intera comunità. Questa rara circostanza consente infatti di considerare la comunità dei morti rappresentativa della comunità dei vivi, condizione ideale per trarre dalla prima informazioni sulla seconda.

Avendo perciò intuito l'importanza del ritrovamento, grazie alla efficace cooperazione in cantiere degli archeologi, in particolare della dott.ssa Barbara Vernia e degli archeo-antropologi, la dott.ssa Vania Milani e il dott. Mirko Traversari, che hanno seguito tutte le fasi di scavo, è stato possibile recuperare i corpi nella loro connessione anatomica e riporli su supporti rigidi in modo da non comprometterne l'integrità. Le operazioni di recupero, eseguite seguendo i criteri dello scavo stratigrafico, hanno permesso

di individuare resti attribuibili ad oltre 400 individui, di cui una sessantina parzialmente mummificati, deposti in strati riferibili ad almeno cinque distinti periodi di sepoltura, corrispondenti alle diverse fasi e modalità di utilizzo della cripta sepolcrale, che coprono un arco temporale che va dalla fine del XVI all'ultimo quarto del XVIII secolo. Nel corso di questo intervento furono eseguite anche analisi preliminari sugli inumati che ne dimostrarono le potenzialità informative oltre all'effettiva integrità e rappresentatività dell'antica popolazione.

Lo scavo ha restituito anche numerosi elementi di corredo, che hanno accompagnato il defunto nell'ultimo viaggio, che raccontano la storia della Rocca prima e della chiesa dopo: monili, orecchini, anelli, collane, spilloni crinali, oggetti personali, come un dado da gioco e un rasoio, ma soprattutto oggetti devozionali quali crocifissi, rosari e medagliette. Tra queste ultime, frequenti sono risultate quelle che raffigurano la Madonna di Loreto, presso il cui santuario doveva essere perciò diretto il maggior flusso devozionale, e singolare è stato il ritrovamento di una lettera, con su scritta una preghiera, trovata ripiegata e sigillata, associata ad una medaglia della Madonna, raro documento di spiritualità popolare.

Considerata l'eccezionalità del ritrovamento, sia per l'integrità e le condizioni di parziale mummificazione dei resti, sia per la numerosità e la stratificazione diacronica degli individui che rappresentavano plausibilmente l'intera popolazione di questa piccola comunità montana per un arco di oltre due secoli, è stata immediatamente intrapresa una stretta collaborazione fra l'allora Soprintendenza per i Beni Archeologici dell'Emilia-Romagna, responsabile del ritrovamento e dei relativi materiali e il Laboratorio di

Antropologia fisica e del DNA antico del Dipartimento di Beni Culturali dell'Università di Bologna (Campus di Ravenna) che ha portato alla elaborazione di un ambizioso progetto di ricerca multidisciplinare, significativamente denominato *Storia e vita di una piccola comunità dell'Alto Appennino modenese tra il XVI e il XVIII secolo. Archeologia e antropologia: una ricerca interdisciplinare*.

Per poter intraprendere la ricerca, i reperti sono stati trasferiti presso il suddetto Laboratorio del Dipartimento di Beni Culturali di Ravenna dove, considerata la particolarità e delicatezza dei materiali, nonché la molteplicità e la complessità delle indagini che si potevano mettere in campo, è stato coinvolto un folto gruppo di studiosi di diverse estrazioni scientifiche, appartenenti a numerose Università e centri di ricerca italiani e stranieri. Con il loro contributo è stato elaborato un protocollo di studio che, tenendo conto delle esigenze di ricerca di tutti, valorizzasse al meglio le potenzialità dei reperti: antropologi, archeologi, storici, esperti di tessuti antichi, di archeo-entomologia, paleobotanica e palinologia, paleopatologi, radiologi, specialisti di analisi chimico-fisiche e molecolari e storici dell'economia, ciascuno in base alla propria specifica competenza, hanno istituito una proficua, quanto inedita, rete di collaborazioni multi e interdisciplinari intorno al progetto di studio delle mummie di Roccapelago.

Innanzitutto è stata istituita una stretta interazione tra antropologi ed esperti di tessuti antichi, i quali hanno congiuntamente valutato caso per caso la metodologia più adeguata per la rimozione, ove presente, del vestiario, allo scopo di analizzare i resti umani e i tessuti ad essi associati. Nel corso di questa operazione, una dozzina di inumati, tra quelli meglio conserva-

ti a livello del vestiario e dei tessuti molli, sono stati mantenuti nella loro originale integrità in vista di una successiva valorizzazione museale. In questi casi, i reperti sono stati sottoposti a Tomografia Computerizzata (TC) medica *total body* così da consentirne lo studio sui modelli virtuali. Nel corso di questa fase del lavoro sono stati raccolti campioni delle larve di insetti associate ai resti umani, per lo studio archeo-entomologico, nonché campioni di sedimenti e di polvere, ottenuti mediante micro-aspirazione, per le analisi paleobotaniche e palinologiche.

I resti di gran parte degli individui sono stati sottoposti, oltre che alle indagini antropologiche e antropometriche tradizionali, a campionamenti preventivi per l'analisi del DNA antico e ad un protocollo di interventi che ha previsto una serie di prelievi preliminari di campioni destinati a specifiche indagini di laboratorio fra le quali l'analisi degli elementi in traccia e degli isotopi stabili, nonché campionamenti multitessuto per esami paleomicrobiologici e paleopatologici.

Parallelamente alle indagini sui reperti recuperati dalla cripta, è stato condotto uno studio di carattere storico-demografico in base ai dati desunti dall'archivio parrocchiale di Roccapelago oltre che la raccolta di campioni di DNA da individui viventi originari del piccolo borgo allo scopo di studiare la struttura e la dinamica biodemografica e genetica della piccola comunità nel tempo.

Le indagini condotte attraverso un lavoro durato quasi 10 anni e ancora in corso, hanno contribuito a ricostruire le caratteristiche antropologiche, biologiche e genetiche, le condizioni e lo stile di vita, lo stato di salute, le modalità di sussistenza, la religiosità, il costume e le usanze degli antichi abitanti di Roccapelago, rivelando che si trattava di una comunità povera che soffriva di caren-

ze alimentari, dedita a lavori pesanti e segnata da un'alta mortalità infantile ma dotata anche, per coloro che superavano l'età adolescenziale, di una speranza di vita che poteva oltrepassare i 50 anni di età e, non di rado, raggiungeva anche età avanzate. Le analisi paleopatologiche hanno, inoltre, rivelato casi interessanti di malattie, anche di natura professionale come una patologia polmonare attribuibile all'attività dei carbonai. Al contempo, l'accurato lavoro di recupero e di restauro degli abiti ha consentito di ricostruire le tipologie, di esaminare i tessuti e le modalità di manifattura dell'abbigliamento dell'epoca degli abitanti del piccolo borgo montano, registrando, tra l'altro, il frequente rattoppo e riutilizzo degli indumenti rivelatore delle loro umili condizioni di vita.

Le peculiari condizioni di conservazione che caratterizzavano le mummie in esame hanno permesso di analizzare, in diversi esemplari, anche il microbiota, cioè la flora di microrganismi presenti in diversi tessuti, in particolare quello intestinale, che è stato correlato con la paleodieta degli stessi individui ricostruita attraverso l'analisi degli elementi in traccia e degli isotopi stabili, come pure sono stati indagati a livello chimico-fisico le modificazioni dei tessuti del corpo conseguenti al processo di mummificazione.

Lo studio biodemografico e genetico ha dimostrato che la comunità di Roccapelago aveva le caratteristiche di un isolato, mostrava maggiori affinità con le popolazioni toscane di Lucca e del Grossetano piuttosto che con quelle emiliane, ed era caratterizzata da migrazione stagionale maschile, durante i mesi invernali, dovuta ad attività di transumanza, produzione di carbone e piccolo artigianato. In base alle informazioni estratte dai registri parrocchiali è stato inoltre possibile analizzare alcune particolarità, spesso

inedite, quali ad esempio la frequenza dei parti bigemini, come anche la pratica legata al battesimo d'emergenza, conferito dalle levatrici nei casi di nati a rischio di sopravvivenza.

Il progetto ha prodotto una serie numerosa di lavori scientifici, oggetto di articoli specialistici, monografie, tesi di laurea e dottorato che hanno coinvolto anche un gran numero di giovani che su questo progetto, sotto la guida di esperti, hanno potuto fare le loro prime esperienze di ricerca. Allo stesso tempo le tappe di avanzamento del progetto stesso sono state scandite da ben quattro convegni nei quali sono stati comunicati i risultati delle ricerche che man mano si andavano acquisendo. I primi due convegni si tennero nella chiesa di Roccapelago rispettivamente a cura, il primo dell'Accademia scientifica e letteraria del Frignano "Lo Scoltenna" e dell'Associazione volontaria Pro Rocca, e il secondo, di Giorgio Gruppioni dell'Università di Bologna e di Donato Labate della Soprintendenza Archeologica dell'Emilia-Romagna. Essi furono dedicati, rispettivamente, all'approfondimento degli aspetti storici del sito, all'esposizione degli interventi di scavo archeologico e restauro della chiesa, nonché alla presentazione del progetto di studio; il secondo, alla comunicazione dei risultati preliminari emersi dalle prime osservazioni scientifiche effettuate sui materiali emersi dalla cripta, sulle potenzialità di studio che essi potevano aprire, nonché agli approcci metodologici che si potevano mettere in campo a questo scopo.

I contributi di questi due convegni sono stati raccolti nel volume: *Roccapelago e le sue mummie: studio integrato della vita di una piccola comunità dell'Appennino tra XVI e XVIII secolo, atti dei convegni del 24 settembre 2011 e del 22 settembre 2012 Roccapelago (Modena)*, edito nel 2016 dall'Accademia "Lo Scoltenna".

Intanto, dopo il successo della mostra *Le Mummie di Roccapelago (XVI-XVIII sec.): vita e morte di una piccola comunità dell'Appennino modenese*, allestita nel 2012, essendo stata restaurata nel frattempo anche l'antica cripta sepolcrale, ha preso corpo il progetto di valorizzazione e fruizione pubblica permanente del ritrovamento con la realizzazione del *Museo delle Mummie di Roccapelago* che è stato inaugurato nel giugno del 2015, a pochi anni dalla conclusione degli scavi, e ha attratto un numero superiore ad ogni aspettativa di visitatori. In esso sono esposti e illustrati in una mostra permanente, i reperti più significativi, ed è possibile vedere, dall'interno della chiesa parrocchiale, la cripta cimiteriale con una dozzina di inumati deposti a terra nella loro originaria giacitura, nel rispetto della morte e della sacralità del luogo che li aveva custoditi dal momento in cui vi erano stati deposti. Non, dunque, un'esibizione macabra di corpi umani risparmiati dal processo di decomposizione, ma la presenza silenziosa ed eloquente di alcuni antichi abitanti di Roccapelago che, "interrogati" con gli strumenti della moderna ricerca scientifica, raccontano la loro storia e la loro vita, contribuendo a ricostruire uno spaccato della comunità di Roccapelago tra il XVI e il XVIII secolo. Grazie ai contributi offerti dalla Fondazione Cassa di Risparmio di Modena e dall'Istituto per i Beni Artistici, Culturali e Naturali della Regione Emilia-Romagna, è stato possibile approfondire l'esito delle indagini in un terzo convegno tenutosi a Modena nel 2014, *Le Mummie di Roccapelago: archeologia, antropologia e scienze applicate a confronto*, con il contributo di archeologi, storici, storici del tessuto, antropologi, genetisti, patologi, biologi, entomologi, botanici e in un quarto convegno *Le Mummie di Roccapelago 3.0: la rinascita degli antichi abitanti*

attraverso cinque anni di studi, organizzato dal Dipartimento di Beni Culturali dell'Università di Bologna, che si è svolto a Ravenna nel 2017.

In questo volume, edito grazie al contributo dell'Istituto per i Beni Artistici, Culturali e Naturali della Regione Emilia-Romagna, cui va la nostra gratitudine, vengono pubblicati gli atti di questi due ultimi convegni. I contributi scientifici che esso raccoglie spaziano dall'approfondimento degli aspetti storici della comunità di Roccapelago al vasto campo delle ricerche archeo-antropologiche, archeo-genetiche, paleopatologiche, paleonutrizionali e biodemografiche, dallo studio e ricostruzione dell'abbigliamento agli aspetti conservativi e alla valorizzazione del sito.

Questa molteplicità e varietà delle ricerche condotte dimostrano, ancora una volta, l'enorme potenzialità scientifica multi e interdisciplinare che questo sito ha offerto e continua ad offrire insieme all'eccezionale interesse divulgativo che esso è stato in grado di suscitare nel pubblico. Esso ha rappresentato un'occasione unica per la realizzazione di un progetto che, per l'approccio multidisciplinare adottato, i protocolli d'intervento elaborati e l'integrazione dei risultati perseguita, può costituire un vero e proprio progetto pilota, un modello di riferimento da applicare nel caso di ritrovamenti archeologici simili a quello di Roccapelago.

Il progetto, come già accennato, si è potuto realizzare, in gran parte, grazie all'impegno di tanti giovani che, con determinazione ed entusiasmo, hanno saputo mettere in comune le loro diverse competenze e trovare un comune linguaggio di collaborazione. Ad essi va la nostra gratitudine con l'auspicio che l'esperienza che hanno potuto fare con questo progetto possa avere fecondi sviluppi per il loro futuro.

Con la pubblicazione di questo volume, il progetto raggiunge un altro importante traguardo ma non viene scritta la parola fine. Alcune ricerche sono ancora in corso, altre potranno essere sviluppate: le mummie di Roccapelago ci racconteranno ancora altre storie.

Istituzioni scientifiche coinvolte nel progetto

Lo studio multidisciplinare dei resti umani rinvenuti a Roccapelago, d'intesa e in collaborazione con la Soprintendenza per i Beni Archeologici dell'Emilia-Romagna, è stato condotto presso i Laboratori di Antropologia fisica e del DNA antico del Dipartimento di Beni Culturali dell'Università di Bologna (Campus di Ravenna), dove i reperti sono stati sottoposti agli esami di anatomia, biologia e patologia scheletrica nonché alle analisi del DNA. Le altre numerose ricerche (archeologiche, tessili, chimico-fisiche, entomologiche, archeobotaniche, ecc.), sono state svolte grazie alla collaborazione dei seguenti laboratori e centri di ricerca specializzati:

- Istituto per Beni Artistici Culturali e Naturali della Regione Emilia-Romagna
- Musei Civici di Modena
- RT Restauro Tessile – Albinea (RE)
- AUSL della Romagna – Presidi ospedalieri di Forlì e di Ravenna
- Gruppo Cultura AUSL Romagna
- Dipartimento di Scienze Chirurgiche e Diagnostiche Integrate – Università di Genova.
- Laboratorio di Antropologia – Dipartimento di Biologia Animale e dell'Uomo – Università di Torino
- Laboratorio di Antropologia molecolare e *Centre for Genome Biology* – Dipartimento di Scienze Biologiche, Geologiche ed Ambientali – Università di Bologna

- Dipartimento di Scienze Matematiche, Fisiche e Informatiche – Università di Parma
- Centro Ricerche e Servizi Ambientali (CRSA) Med.Ingegneria, Marina di Ravenna (RA)
- Laboratori di Biologia Forense e di Microscopia elettronica della *School of Applied Sciences* – Università di Huddersfield (UK)
- Department of Archaeology and Anthropology – University of Cambridge, Cambridge, United Kingdom
- Laboratorio di Paleonutrizione – Dipartimento di Biologia – Università di Pisa
- Laboratorio di Palinologia e Paleobotanica – Dipartimento di Biologia – Università di Modena e Reggio Emilia
- Dipartimento di Scienze Chimiche e Geologiche - Università di Modena e Reggio Emilia
- CIRI Edilizia e Costruzioni - Centro Interdipartimentale per la Ricerca Industriale dell'Università di Bologna, Unità Operativa Recupero e Restauro
- Polimoda Firenze, Fashion Institute of Technology of New York State
- Faculté de Médecine - Aix-Marseille Université/EFS
- Dipartimento di Medicina Diagnostica, Clinica e di Sanità Pubblica - Università di Modena e Reggio Emilia
- Istituto di Biologia e Biotecnologia Agraria, CNR, Pisa
- SISSI-Infrared Beamline, Elettra-Sincrotrone Trieste S.C.p.A. - Trieste
- GIEF - Gruppo Italiano Entomologia Forense
- Facoltà di Scienze e Tecnologie - Libera Università di Bolzano
- Dipartimento di Farmacia e Biotecnologie - Università di Bologna

I RESPONSABILI DEL PROGETTO

Giorgio Gruppioni

(Università di Bologna)

Donato Labate

(già Soprintendenza Archeologica dell'Emilia-Romagna)

**Le Mummie di Roccapelago:
archeologia, antropologia e scienze applicate
a confronto**

Modena, 15 febbraio 2014
Palazzo dei Musei, Musei Civici - Sala Crespellani

a cura di
Donato Labate, Giorgio Gruppioni, Mirko Traversari

Antonino Vazzana*, Simone Zambruno**, Marco Orlandi**

Il Museo di Roccapelago. Percorsi virtuali nella storia di una comunità dell'Appennino modenese

Introduzione

Nel corso degli scavi intrapresi nel 2011 per la sistemazione della chiesa della Conversione di San Paolo a Roccapelago sono stati rinvenuti i resti di oltre 400 inumati, appartenenti a un periodo storico che va dalla fine del XVI fino al XVIII secolo, riconducibili alla comunità di Roccapelago. Una testimonianza di tale importanza per una comunità ristretta dell'Appennino modenese e geograficamente lontana dai principali nuclei urbani fornisce l'opportunità, se non quasi la necessità, di utilizzare tecnologie informatiche per la raccolta, la valorizzazione e la disseminazione dei risultati degli studi effettuati dai diversi ricercatori e specialisti.

Le tecnologie informatiche di supporto alla gestione, organizzazione, elaborazione dei saperi hanno ormai assunto un ruolo di primo piano nello studio del patrimonio culturale, particolarmente nella prospettiva di una più ampia ed efficace comunicazione dei risultati della ricerca. Sempre più frequentemente è possibile trovare nei musei, accanto al tradizionale pannello stampato, informazioni visualizzabili tramite sistemi mobile (smartphones e tablets). Questi strumenti permettono di accedere a contenuti multimediali (immagini, audio, video, ogget-

ti e ambienti tridimensionali interrogabili) arricchendo la possibilità di approfondimento da parte del visitatore.

Alcune di queste tecnologie sono di recente sviluppo, altre rappresentano l'evoluzione di soluzioni 'datate' ma ancora poco (o nulla) utilizzate come mezzo di comunicazione nel campo dei Beni Culturali. Un esempio emblematico è quello dei Tour Virtuali, i quali si basano su una tecnologia sviluppata da Apple risalente alla metà degli anni '90 (Quicktime Vr) e oggi 'rivitalizzata' dalla qualità dei dispositivi a disposizione, e ciò nonostante non ancora sfruttata appieno nelle sue potenzialità informative nel campo delle Humanities.

Attraverso l'importante caso rappresentato dai rinvenimenti archeo-antropologici di Roccapelago si possono mostrare le caratteristiche applicative dei Virtual Tour quali strumenti di comunicazione e veicolazione del turismo culturale, sottolineando come la validità di un'applicazione informatica applicata al settore dei Beni Culturali non si misuri sulla novità tecnologica o sulla resa estetica del mezzo impiegato, bensì su un equilibrato rapporto tra prodotto della ricerca, tecnologia utilizzata e destinatario finale della comunicazione.

* Dipartimento di Beni Culturali, Laboratorio di Antropologia, Università di Bologna - Campus di Ravenna.

** CIRI Edilizia e Costruzioni - Centro Interdipartimentale per la Ricerca Industriale dell'Università di Bologna, Unità Operativa Recupero e Restauro.

I Virtual Tour nei Beni Culturali

Il caso di studio relativo a Roccapelago si presta estremamente bene per poter essere comunicato attraverso la creazione di un Tour Virtuale; innanzitutto per la grande quantità di informazioni e per la multidisciplinarietà delle competenze messe in campo, dall'archeologia all'antropologia fino all'archeogenetica ed all'entomologia. Situazioni così complesse sono difficili da comunicare ad un pubblico generico; in questi casi l'uso di un Virtual Tour presenta sia la possibilità di contestualizzare visivamente il luogo oggetto della ricerca sia le informazioni di approfondimento, generali e specifiche, dei diversi aspetti esaminati.

Nel corso degli ultimi anni il numero delle esplorazioni virtuali create nell'ambito dei Beni Culturali si è notevolmente accresciuto. A tale aumento ha senz'altro contribuito il progresso degli strumenti hardware e software nella misura di una maggiore efficacia e semplicità di utilizzo degli stessi.

La realizzazione di Tour Virtuali si caratterizza infatti come una tecnica di semplice creazione

e utilizzo la quale, a partire da una serie di fotografie realizzate con una normale macchina fotografica, permette di ricostruire un'immagine equirettangolare che copre lo spazio a 360° (Fig. 1). Attraverso opportuni software l'immagine viene successivamente 'ripiegata' secondo una proiezione sferica comunicando all'utente la sensazione di trovarsi al centro dell'ambiente visualizzato.

Oggi è possibile visionare una quantità di siti che offrono la possibilità 'visitare' ricostruzioni virtuali di beni perduti o di complessi o monumenti di interesse storico-artistico e archeologico ancora esistenti. Per contro, a tale proliferazione di ricostruzioni virtuali di siti e beni d'interesse culturale, non si è accompagnata, nella maggioranza dei casi, una parallela consapevolezza del valore e delle potenzialità dei prodotti tridimensionali come strumenti di comunicazione dei risultati degli studi e delle ricerche, rivolta tanto agli 'addetti ai lavori' quanto a una più vasta utenza di pubblico. Molti dei prodotti che sono stati sviluppati mirano unicamente (con varia misura di consapevolezza) alla riproduzione navigabile di un complesso ricostruito tridi-



Fig. 1 *Equirettangolare della chiesa di S. Paolo.*

mensionalmente o alla restituzione fotografica di un ambiente ancora esistente e fruibile, esaurendosi nella sola resa visiva del bene indagato. In altri termini al fruitore/navigatore si offre troppo di frequente unicamente la vista degli ambienti esplorabili 'muti', senza che la visita virtuale venga guidata, impreziosita – e di fatto legittimata dal punto di vista scientifico – dalla presenza di contenuti interrogabili relativi a ciò che si sta osservando.

Questa impostazione, o meglio, questo utilizzo meramente cinematografico (se non addirittura ludico) delle tecnologie virtuali in generale e dei Tour Virtuali in particolare, comporta la rapida perdita di interesse del visitatore che, ormai abituato agli 'effetti speciali', rischia inevitabilmente di abbandonare l'esperienza esplorativa in atto, senza che nulla rimanga a livello di apprendimento di conoscenze scientifiche che rappresenta il sostrato e la vera ragion d'essere della ricostruzione che viene offerta alla fruizione.¹

È perciò il concetto di interattività che connota la visita virtuale come efficace mezzo di comunicazione dei risultati della ricerca, capace di mantenere alta l'attenzione per l'ambiente che si sta esplorando, la sua struttura e la sua storia, fino a configurarla come possibile interfaccia di una piccola banca dati relativa al bene (o ai beni) indagato.

Ulteriori potenzialità dei Tour Virtuali nel campo dei Beni Culturali possono essere riassunte secondo quanto segue:

1. *Tour Virtuali come prodotto museale:*

La possibilità di riprodurre percorsi museali che

consentano al visitatore di 'portare con sé la mostra' e di fruirne lontano dai luoghi di esposizione, via web – attraverso il portale dell'istituzione museale – o attraverso l'uso di supporti (cd/dvd) a compendio di pubblicazioni monografiche.

2. *Tour Virtuali come mezzo di veicolazione del turismo:*

La scelta preliminare dei luoghi da visitare contiene, dal punto di vista del turista, molti fattori d'incertezza relativi alla natura stessa della destinazione così come concettualizzata da Hu e Ritchie, ovvero come «un insieme di strutture e servizi che, come ogni altro prodotto, è composto da un certo numero di attributi multi-dimensionali».²

Uno dei motivi di questa incertezza risiede spesso nella mancanza di criteri oggettivi (ad esempio gli attributi fisici) che possono essere utilizzati per valutare una particolare destinazione.³

Una diretta esperienza visuale è sicuramente tra i mezzi più efficaci tramite cui ci si può rendere conto di quali sono gli elementi che possono corrispondere alle aspettative e alle esigenze che ci si è preposti di soddisfare durante la visita ad un determinato luogo o monumento, consentendo così di 'programmare' la visita stessa.

Gli ambienti virtuali esplorabili offrono la possibilità di valutare l'intera spazialità di una struttura o di un luogo, al contrario delle viste parziali offerte dalle fotografie, soddisfacendo così l'esigenza di un: «aesthetic and hedonic information as well as functional information» emersa dagli studi di Vogt e Fesenmaier.⁴

¹ KLEINERMANN *et al.* 2008.

² HU, RITCHIE 1993.

³ MACKAY 1995.

⁴ VOGT, FESENMAIER 1998.

Le Mummie di Roccapelago in mostra. Il Tour Virtuale

Lo scopo del lavoro tecnologico e informatico svolto su Roccapelago è quello di fornire massima visibilità – tramite l'utilizzo del web e delle tecnologie mobile – a un borgo sorto in una posizione geografica poco accessibile e lontana dalle comuni mete turistiche, in modo che il fruitore, in linea con quanto si è detto, possa avere un'anteprima di ciò che troverà una volta raggiunto il museo. Inoltre il diretto raffronto con le informazioni contenute sul web, permette agli utenti di reperire indicazioni sulle sale espositive e sugli oggetti in esse contenuti che non hanno trovato posto nella pannellistica collocata *in situ*, configurandosi così come un mezzo di approfondimento della visita al museo.

all'appassionato, fino allo studente universitario e al ricercatore – delineandosi così come un prodotto dall'elevata potenzialità, sia per quanto riguarda la ricerca, sia in ambito didattico e divulgativo.

Il Tour Virtuale del borgo e del museo di Roccapelago consente l'accesso alla mostra attraverso la via principale del paese (Via della Chiesa) (Fig. 2), al fine di contestualizzare il museo stesso. L'utente ha inoltre la possibilità di esplorare la chiesa di san Paolo e la cripta all'interno della quale sono state rinvenute le sepolture, visualizzare i corpi degli individui depositivi e accedere, tramite appositi POI (Points Of Interest) a schede di approfondimento relative ai vari aspetti storici, archeologici e antropologici emersi dalla ricerca pluridisciplinare intrapresa a partire dal 2009 (Fig. 3).



Fig. 2 Particolare della visita virtuale al borgo di Roccapelago.

Il tour virtuale si rivolge ad un'utenza composta per fasce di età ed estrazione culturale – dallo studente delle scuole primarie e secondarie,

L'interfaccia utilizzata consente un utilizzo intuitivo grazie a una serie di icone che presiedono, in alternativa all'utilizzo del mouse, ai mo-



Fig. 3 Esempio di scheda di approfondimento.

vimenti dell'utente. Una serie di indicatori direzionali e una mappa interattiva permettono al fruitore di spostarsi attraverso vari punti del borgo e del museo, traducendo di fatto l'esplorazione del singolo VR in una 'camminata' attraverso il paese.

I contenuti multimediali sono resi accessibili tramite sovraimpressione del mouse.

Passando il cursore del mouse sulle aree sensibili, infatti, queste si illumineranno rivelando all'utente la presenza di un POI (Fig. 4). Le informazioni storiche, archeologiche e antropologiche sono distinte da differenti tematismi cromatici. In questo modo si fornisce al visitatore virtuale la possibilità di creare percorsi tematici personalizzati durante la propria esperienza (Fig. 5).



Fig. 4 Esempio di POI - punto informativo attivabile dall'utente.

Ciascun POI restituisce una scheda d'approfondimento che riporta una sintesi dei risultati della ricerca e immagini a corredo del testo. In alcuni casi tali schede sono un duplicato digitale dei pannelli esposti al museo (resi interattivi), in altri consentono l'interrogazione di elementi strutturali pertinenti alla chiesa e alla cripta, o ai materiali in esse conservati.



Fig. 5 Percorsi tematici nel Tour Virtuale.

Conclusioni

La scelta di applicazioni tecnologiche e informatiche come mezzo per veicolare i risultati della ricerca condotta in questi anni sul contesto di Roccapelago ha posto in luce l'importanza di un utilizzo corretto di queste tecnologie.

Il Virtual Tour, rappresenta oggi uno strumento che può rivelarsi prezioso per arricchire l'esperienza di visita a mostre ed esposizioni museali. Grazie a punti di forza quali la relativa semplicità di creazione, la semplicità di utilizzo, l'interattività e il contenuto peso informatico – che ne garantisce la fruibilità via web – essa si configura come uno strumento versatile e di buon impatto comunicativo.

Il suo utilizzo consente una corretta disseminazione dei risultati di studi e ricerche accademiche che, ancora troppo spesso, rimangono ad appannaggio dei soli ricercatori, oppure subiscono eccessive semplificazioni e riduzioni nella

errata convinzione che possano così essere meglio recepite da un pubblico vasto ed eterogeneo. In questo secondo caso specialmente viene sottostimata la capacità di interazione ed apprendimento di un pubblico di fruitori vario da un punto di vista sia anagrafico sia culturale che, se opportunamente e adeguatamente stimolato e guidato, può essere in grado di recepire anche concetti 'settoriali' e specialistici.

In quest'ottica il tour virtuale di Roccapelago si vuole porre come uno strumento, un mezzo, in grado di raccogliere e presentare al visitatore tutte le informazioni che finora sono state raccolte da studiosi e ricercatori relative alle condizioni di vita, e soprattutto di morte, di una comunità montana dell'Appennino modenese nel corso dei secoli. Tali informazioni, se non correttamente presentate, potrebbero risultare ostiche ai più per la loro natura specialistica ma, una volta contestualizzate nel Virtual Tour, permettono invece al visitatore di immergersi in

una visita guidata da fare prima della visita reale o, dopo la visita, come occasione di approfondimento dei contenuti.

Bibliografia

CHO Y.-H., WANG Y., FESENMAER D.R. 2002, *The Web-Based Virtual Tour in Tourism Marketing*, «Journal of Travel & Tourism Marketing», XII, (4), pp. 1-17.

GRUPPIONI G., LABATE D., MERCURI L., MILANI V., TRAVERSARI M., VERNIA B. 2011, *Gli scavi della chiesa di san Paolo di Roccapelago nell'appennino modenese. La cripta con i corpi mummificati naturalmente*, «Pagani e Cristiani. Forme di attestazioni di religiosità nel mondo antico in Emilia», X, pp. 219-245.

HU Y., RITCHIE B. 1993, *Measuring destination attractiveness: a contextual approach*, «Journal of Travel Research», XXXII (2), pp. 25-34.

KLEINERMANN F., DE TROYER O., CREELLE C., PELLENS B. 2008, *Adding Semantic Annotations, Navigation Paths and Tour Guides to Existing Virtual Environments*, «Lectures Notes in Computer Science», MMMMDCC-CXX, pp. 100-111.

LABATE D., MERCURI L. 2012, *Un raro documento cartaceo rinvenuto negli scavi della cripta della Chiesa di San Paolo di Roccapelago nell'appennino modenese*, in MOSCA A. (a cura di), *Il MiBAC al Salone del Restauro di Ferrara, un appuntamento consolidato*, Ferrara, pp. 148-151.

LABATE D., VERNIA B. 2016, *Le indagini archeologiche nella chiesa di san Paolo di Roccapelago nell'Appennino modenese: studio interdisciplinare e valorizzazione dei resti mummificati rinvenuti nella cripta cimiteriale*, in BADIALI F. (a cura di), *Roccapelago e le sue mummie. Studio integrato della vita di una piccola comunità dell'Appennino tra XVI e XVIII secolo*, Atti dei Convegni di Studi (Roccapelago 24 settembre 2011 e 22 settembre 2012), Accademia "Lo Scoltenna", Pievepelago, pp. 183-196.

MACKAY K. 1995, *The pictorial element of destination promotions in tourist destination image formation*, Ph. D. dissertation of University of Illinois at Urbana-Champaign, 1995.

ORLANDI M., ZAMBRUNO S., VAZZANA A. 2014, *Tecnologia, Beni Culturali e Turismo: i Tour Virtuali come strumento per una corretta comunicazione dei Beni Culturali*, «Storia e Futuro. Rivista di storia e storiografia online», XXXIV.

TRAVERSARI M., MILANI V. 2012, *Le mummie di Roccapelago: il progetto di musealizzazione come modello etico e scientifico*, «Pagani e Cristiani. Forme di attestazioni di religiosità nel mondo antico in Emilia», XI, pp. 181-184.

VOGT C., FESENMAIER D.R. 1998, *Expanding the functional information search model*, «Annals of Tourism Research», XXV (3), pp. 551-578.

ZACCARINI M., IANNUCCI A., ORLANDI M., VANDINI M., ZAMBRUNO S. 2013, *From a multi-disciplinary approach to the virtually augmented preservation of Cultural heritage*, in ADDISON A.C., GUIDI G., DE LUCA L., PESCARIN S. (a cura di), *Digital Heritage 2013*, Atti del convegno (Marsiglia, 28 ottobre - 1 novembre 2013), II, Marsiglia, pp. 337-340.

Raffaele Savigni*

Roccapelago: una comunità appenninica tra Ducato estense e Repubblica di Lucca

La comunità di Roccapelago, per quanto non menzionata nelle *Rationes decimarum* duecentesche, ove compare invece la chiesa di S. Andrea *de Pelago*¹, era certamente inserita (perlomeno dal XII secolo) nel territorio della *plebs de Pellavo*, attestata per la prima volta nel 1038, in un atto di permuta e donazione del marchese Bonifacio di Canossa al vescovo modenese Wiberto, che riceve, in cambio di una concessione enfiteutica, vari beni «infra plebe de Pulinago et plebe de Pellavo cum roca qui nominatur Flumenalbo»². Nel giugno 1108 compaiono accanto a Matilde i «filii Rozonis de Pelavo»³; e nel giuramento dei *captanei fregnanenses* del 1205 «Suffredo et Nichola de Pellavo»⁴. Ma l'ipotesi, avanzata da Roland Rölker, che il castello di Roccapelago costituisse il luogo di origine e, in

età matildica, la residenza della famiglia *de Pelavo* non può essere dimostrata in via definitiva, in quanto tale appellativo familiare non compare negli elenchi dei giuranti del 1170 e del 1197, anche se due personaggi «de loco Pelavo» compaiono in un atto del 1139⁵. Il Comune di Roccapelago, ormai dotato di propri consoli e di un proprio *consilium*, si impegna nel 1280, come gli altri comuni, a rispettare i patti stipulati tra il Comune di Modena e il Comune federale *de Frignano*⁶. L'anno successivo Bonusdie del fu Domenico, sindaco del Comune di Roccapelago, e Marcello di Pievepelago concedono in locazione a varie persone di Lucca, Modena, Imola terre, selve, alpi e acque in un territorio di confine denominato *Silva Romanesca*⁷.

Nel 1310 il comune di Roccapelago è tenuto a pa-

* Dipartimento di Beni Culturali – Università di Bologna.

¹ MERCATI *et al.* 1969: *Decima del sec. XIII*, in particolare n. 3098, p. 275: «ecclesia S. Andree de Pelago lib. XV» (elencata tra le *capellae domini episcopi Mutinensis*); n. 3294, p. 281 (inserita nell'elenco delle cappelle della pieve di S. Maria *de Pelago*). Sulle potenzialità e i limiti di questa tipologia di fonti, che non registra tutte le chiese ed evidenzia uno «scostamento tra inquadramento ecclesiastico e inquadramento civile», cfr. RONZANI 2012.

² VICINI 1931, nn. 183-184, pp. 192-195. Cfr. RICCI 1907-1908, part. pp. 6-9, che evidenzia altresì il ruolo anche politico svolto dalla pieve; RICCI 1912; MUCCI, MORDINI 2007 e anche BONACINI 2001, pp. 160-161. Sulle pievi appenniniche cfr. anche FOSCHI *et al.* 1999; PINI 2003; ZAGNONI 2003.

³ VICINI 1931, I, n. 310, p. 276.

⁴ SIMEONI, VICINI 1940, n. 107, 1205 maggio 1-5, pp. 231-235: giuramento di fedeltà degli uomini di Fiumalbo, Rocha de Pellavo, Fanano e altre località del Frignano.

⁵ VICINI 1931, I, n. 403, 1139 maggio 23, pp. 327-328, ove compaiono Alberto del fu Graziano e Alberto del fu Giovanni «de loco Pelavo», che seguono la legge romana; SIMEONI, VICINI 1940, n. 14, p. 23; n. 77, pp. 141-142; RÖLKER 1997, p. 60.

⁶ Archivio di Stato di Modena (d'ora in poi ASMO), *Cancelleria ducale, Rettori dello Stato*, I, «Iura Mutinensium in Fregnano», cc. 384v-386v, 1280 giugno 22: «in via publica iuxta domum filiorum Beatricis ad arengum ad sonum campane ut moris est Caradinus et Pascale consules de Roca una cum hominibus de consilio» costituiscono nunzi e procuratori che li rappresentino dinanzi al Comune di Modena, con facoltà di deliberare provvedimenti utili a uterare il buono e pacifico stato del comune di Modena «et etiam totius communitatis Fregnani».

⁷ L'atto di locazione, datato 4 maggio 1281, è edito da SANTINI 1960, p. 263, ove è menzionata anche la strada da Pieve Pelago «versus Bargam».

gare per il salario del podestà del Frignano, sotto il controllo di Bologna, una cifra superiore (27 lire e cinque soldi di bolognini) a quella di Pievepelago (17 lire e sette soldi); nel 1320 i *fuman-tes* (fuochi fiscali, non coincidenti con i nuclei familiari) del Comune di Roccapelago sono 14, inferiori di numero a quelli di Pievepelago (17), S. Andrea (21), Fiumalbo (40) e Fanano (74) ma superiori a quelli di S. Michele (otto)⁸. Gli Statuti del Frignano del 1337-1338 menzionano un mercato (*forum de Pelago*) che si tiene il primo giovedì di ogni mese: per i primi sei mesi nella terra di Flaminatico, negli ultimi sei mesi «ove è consueto», ossia presso la pieve (come attestano altri documenti a partire dal 1280)⁹. Tra i sedici statuti del Frignano, così come tra i «catanei et sapientes», compaiono personaggi di Fanano e Fiumalbo, ma non di Roccapelago né di Pievepelago¹⁰.

L'indagine diacronica su una comunità montana fra Medioevo ed età moderna rappresenta un esempio tipico di «microstoria». In una prospettiva multidisciplinare che cerchi di restituire il contesto storico in cui collocare i reperti scheletrici, possono essere utilizzati con profitto gli atti notarili, gli statuti (conservati in alcuni fondi degli archivi pubblici e delle biblioteche del

ducato estense)¹¹, le visite pastorali (nel nostro caso disponibili solo per l'età post-tridentina) e i registri parrocchiali: un sondaggio in quest'ultima direzione è stato avviato venti anni fa per la parrocchia di Fanano dalla Dotti Messori¹². L'istituzione della parrocchia della Conversione di S. Paolo va collocata presumibilmente nella prima metà del Cinquecento, sulla base di un preesistente oratorio, e comunque prima della visita pastorale del vescovo Egidio Foscherari (1552), che menziona la presenza di 600 anime e di due confraternite del Corpus Domini e della Vergine, e il desiderio dei fedeli (realizzato poi nel 1586) di ampliare la chiesa¹³. La nuova parrocchia, inserita nel vicariato foraneo del Cimone e promossa a prepositura nel 1761, conserva a partire dalla fine del Cinquecento (periodo al quale sembrano risalire le più antiche mummie conservate) i libri dei battesimi e dei matrimoni (dal 1575) e i libri dei morti (dal 1599), mentre gli stati delle anime sono disponibili solo a partire dal 1788¹⁴. Dalla parrocchia di Roccapelago si staccò nel 1637, con alcuni conflitti per la definizione dei rispettivi confini, quella di Sant'Anna¹⁵. Nel 1672 gli uomini di Pievepelago, Roccapelago e S. Andrea a Pelago parteciparono alla missione predicata nella montagna modenese

⁸ Ivi, Appendici II-III, pp. 241-245; cfr. BOCCHI 1986, part. p. 48: «La fumanteria del 1320 indica quindi dei fuochi fiscali... non ci dice quante famiglie vivevano nelle singole comunità, ma quale fosse il peso contributivo che ciascuna di esse sopportava quando si doveva ripartire la colletta».

⁹ SANTI 2008, part. pp. 99-100, nota 45.

¹⁰ SANTOLI *et al.* 1913, pref. pp. 89-90; II 33, p. 155. Gli statuti sono analizzati da BOCCHI 1986.

¹¹ Cfr. ANGIOLINI 2013, il quale osserva (p. 99) che «l'Archivio Segreto Estense non è il luogo privilegiato della conservazione della memoria statutaria della montagna modenese», e che le più antiche e rilevanti redazioni statutarie (come quella di Roccapelago del 1514) sono conservate principalmente presso la Biblioteca Estense di Modena; VASINA 1998. Si vedano anche SORBELLI 1900 e la settecentesca *Descrizione della Provincia del Frignano* (conservata nella Raccolta Iacoli dell'Archivio di Stato di Modena) analizzata da BERTUZZI 1971.

¹² DOTTI MESSORI 1994.

¹³ RICCI 1908-1909, part. pp. 38-39, 49-51, 56: «La chiesa di S. Paolo della Rocca è probabile dunque che si separasse nel tempo del governo, o della rinuncia dell'abate Bellincini», quindi non oltre il 1532; RICCI 1909-1910, part. p. 138 sulla visita del vicario episcopale Gaspare Silingardi a Roccapelago il 23 luglio 1569.

¹⁴ BALDELLI 1994. Per altre notizie sulla comunità di Roccapelago cfr. PANTANELLI, SANTI 1895, pp. 439, 1050-1055.

¹⁵ SANTI 1892.

dai padri Gesuiti Segneri e Pinamonti, convergendo su Fiumalbo¹⁶.

Nei decenni scorsi un'analisi critica della documentazione relativa al Frignano è stata condotta soprattutto grazie ai contributi storico-giuridici di Giovanni Santini (la cui prospettiva «continuista» ha suscitato una vivace discussione) sui «comuni di pieve» e «di valle»¹⁷ e sulla costituzione federale del Frignano, che gli Statuti del 1337-1338 presentano come una circoscrizione nella quale sono istituzionalmente inserite le due *partes* dei signori di Montegarullo e di Montecuccoli, che si dividono le cariche di ambasciatori, sindici e *scarii* incaricati di controllare pesi e misure¹⁸. Alcuni convegni degli anni '70-'80 (in particolare quello del 1978 su *Pievepelago e l'Alto Frignano*) hanno fornito un quadro generale delle dinamiche socio-culturali delle nostre comunità, con riferimenti alla crisi demografica ed economica che le colpì negli anni 1590-1630, costringendo una parte rilevante della popolazione a spostarsi verso la Maremma per sopravvivere o a indebitarsi fortemente. Odoardo Rombaldi ha evidenziato le pesanti conseguenze della carestia degli anni 1590-1594, fornendo sulla base delle fonti scritte alcuni dati che possono essere utilmente confrontati con quelli che stanno emergendo attraverso le indagini antropologiche e paleonutrizionali¹⁹: il rapporto cereali-bocche da sfamare risulta sensibilmente più sfavorevole a Roccapelago e a S. Andrea rispetto

ad altre aree del Frignano (1,6 e 1,9 contro circa 10)²⁰. Secondo testimonianze coeve gli uomini di Roccapelago sono «schiacciati dai debiti» e, osserva nel febbraio 1593 il parroco don Giacomo Refossi, colpiti dagli «aggravi crudelissimi degli esecutori della corte di Sestola», ossia degli esattori. I debiti costrinsero gli abitanti a tagliare i boschi per vendere legname, piuttosto che a produrre carbone per le fabbriche toscane del ferro, in quanto il governo ducale lo impediva. Nel 1629 gli uomini di Roccapelago «sono quasi tutti pastori, che stanno fuori otto mesi all'anno»; e le castagne costituivano, come in Garfagnana, la principale risorsa alimentare²¹. Non sembra invece che la pestilenza del 1630 abbia inferito sugli abitanti di Roccapelago e sulle popolazioni del Frignano in generale, anche se provocò comunque un impoverimento a causa dell'interruzione degli scambi commerciali con la Toscana e delle difficoltà incontrate dai pastori per i provvedimenti restrittivi delle autorità finalizzati a prevenire il contagio²².

I dati forniti dalle cronache di Giovanni Sercambi (che partecipò personalmente alla spedizione lucchese contro Obizzo, sfociata nell'acquisizione temporanea del controllo sulla rocca) e dalla cronachistica modenese e fiorentina sulla figura di Obizzo da Montegarullo (la cui avventura politico-militare si concluse nel 1408 con la vittoria degli Estensi), sulle solidarietà di cui godette in alta Garfagnana²³ e sulla situazione

¹⁶ BARTOLINI 1673, menziona un uomo di Roccapelago che cammina a piedi incatenati sino a Fiumalbo.

¹⁷ SANTINI 1960; 1964; 1979. Per un inquadramento storiografico cfr. TAVILLA 2013.

¹⁸ SANTOLI *et al.* 1913, I 25, p. 104; II 2, 9, 18, p. 115, 123, 131; cfr. BOCCHI 1986, pp. 51-52. Sulle fazioni del Frignano cfr. BUCCIARDI 1930.

¹⁹ Sulla fecondità di queste indagini cfr. FORNACIARI, MALLEGNI 1981; GINATEMPO 1988.

²⁰ ROMBALDI 1979, part. pp. 114-115.

²¹ ROMBALDI 1979, pp. 116-117, 123-124, 138. Sulla rilevanza del castagno cfr. PAOLUCCI 1720, p. 3; e in generale, PUCCELLI 2010.

²² SERRA 1960; BRUGIONI *et al.* 2005; MORDINI 2005.

²³ BONGI 1892, pp. 321, 350-351.

geopolitica del territorio di Roccapelago fra Tre e Quattrocento sono già stati sfruttati da Bruno Andreolli²⁴ e dagli storici locali, in particolare Mucci e Mordini²⁵. Mi limito pertanto a ricordare che la corrispondenza tra Nicolao degli Onesti, vicario di Montecarlo²⁶, e i documenti conservati nei fondi diplomatici degli archivi di Stato lucchese e fiorentino (ora consultabili anche online)²⁷ confermano la centralità del ruolo politico dei signori di Montegarullo e di Montecuccoli e l'interesse lucchese, oltre che fiorentino, in questa area di confine. Nel Diplomatico lucchese è conservata una bolla papale del 9 aprile 1371, indirizzata agli anziani del Comune di Lucca, per coinvolgerli, insieme a Bernabò Visconti, nel processo di pace che papa Gregorio intende promuovere tra i nobili «de Gomola ac de Montegarullo» e il marchese estense²⁸. Una pergamena fiorentina del 17 gennaio 1397 attesta l'elezione di due procuratori (Giovanni del fu Federico cittadino fiorentino e Bondiolo del fu Filippuccio «de Roccha Pelagi de Fregnano») da parte degli esponenti delle due principali famiglie dell'alto Frignano (Opizzo e Bassalero figli di Cortesia di Montegarullo e Lancillotto di don Corsino di Montecuccolo): l'atto è rogato a Roccapelago, nel *palatium* di Obizzo, da un notaio di Coreglia, ora cancelliere di Obizzo, e l'uso del

termine *palatium* sembra evocare le ambizioni politiche di quest'ultimo, frustrate nel decennio successivo²⁹.

L'esistenza di un flusso di uomini, legato alla pastorizia, tra Barga e alcuni centri del Frignano, tra cui Roccapelago, è documentata dall'atto con cui nel 1381 i rappresentanti del Comune di Barga (un centro in ascesa, che, ormai inserito nel territorio fiorentino, nel 1390 assumerà formalmente anche il ruolo di centro plebano)³⁰ cedono per un anno ad Antonio del fu Neri di Montefegatesi i pascoli che il Comune di Barga deteneva *in alpibus* fino ai territori di Coreglia, Fiumalbo, Roccapelago, Cegerana, con facoltà di condurvi gli animali senza pagare gabelle:

«ad terrenum Chorelie et ad terrenum comunis Flumalbi et ad terrenum Mudini et ad terrenum Roche Pelaghi et ad terrenum comunis Cegerane ad usum pasture et pasturandum cum omnibus et singulis bestiis quas predictus Antonius conduceret vel conducere vellet super dictis alpibus et pasturis suprascriptis»³¹.

La lunga durata delle liti sui confini appenninici tra Barga e il Frignano (che riguardavano il controllo della «Selva romanesca», confinante con i Comuni di Coreglia, Fiumalbo – località «Cerro di Meloto» –, Roccapelago – in località «Colle» – e Cicerana)³², già rilevata dal canonico

²⁴ ANDREOLLI 1979, I, pp. 99-112, che sottolinea il fallimento della politica lucchese, dopo una fase di interventi espansionistici in chiave antiflorentina oltre il confine appenninico.

²⁵ GALLI 1985; MUCCI, MORDINI 1999; MORDINI 2002.

²⁶ TORI 1977, doc. 10, 22 gennaio 1408, p. 51; doc. 13-15, 23-25 gennaio 1408, pp. 52-53.

²⁷ Si vedano <http://www.archiviodistatoinlucca.it/> e <http://www.archiviodistato.firenze.it/pergasfi/>.

²⁸ Archivio di Stato di Lucca (d'ora in poi ASL), *Diplomatico. Tarpea*, 1371 aprile 9. Altre tre bolle inviate in quell'occasione da Gregorio XI a Bernabò Visconti, ai nunzi papali e ai Fiorentini sono state edite da MERCATI 1934.

²⁹ Archivio di Stato di Firenze (d'ora in poi ASFi), *Riformagioni. Atti pubblici*, 1397 gennaio 17: «Actum Rocche Pelagi de Fregnano Mutinensis distriptus im pallatio residentie prefati Opizonis». Il termine *palatium* fu poi utilizzato anche per designare una residenza dei funzionari estensi a Pievepelago: MUCCI 2006.

³⁰ PRUNAI 1973; SODINI 1983.

³¹ ASFi, *Diplomatico. Comune di Barga*, 1381 settembre 19.

³² Sulla competizione per l'uso di questa Selva, sottoposta all'autorità dell'abate di Frassinoro, da parte delle comunità del Frignano e di comunità toscane come Barga cfr. FONTANA 2005. Cfr. anche BORTOLOTTI 1961.

Magri, che pubblicò il testo del lodo arbitrale di Pierino Belli (1568)³³ e dai più recenti studi di Franco Bisi e Gustavo Vignocchi³⁴, è ampiamente documentata dalle fonti archivistiche lucchesi e si riflette anche nella cartografia, in particolare nelle mappe sei-settecentesche conservate nel fondo dell'*Offizio sopra le differenze dei confini*³⁵. Nell'archivio notarile di Lucca (di cui Claudio Ferri ha redatto un parziale inventario, corredato dagli indici dei nomi delle località)³⁶ sono conservati parecchi registri notarili, nei quali compare qualche riferimento anche al Frignano; nonché, a partire dal 1465 circa, un fondo specifico di registri di notai della Garfagnana, che comprende non pochi documenti rogati in località del Frignano, come Fanano, Fiumalbo, Polinago³⁷, anche se il sondaggio da me effettuato non mi ha consentito sinora di reperire in quest'ultimo fondo (per il quale manca l'utile supporto dell'inventario del Ferri) atti concernenti il territorio di Roccapelago.

Nel 1405 il rappresentante del signore di Lucca Paolo Guinigi, il nobile Dino del fu Guglielmo degli Avvocati di Lucca, intervenne, in presenza dei rappresentanti del *castrum* di Fiumalbo e di Guglielmo dei Rangoni da Modena, commissario del marchese d'Este, per frenare la consuetudine (considerata abusiva) degli uomini del comune di Fiumalbo di far pascolare le loro bestie

nelle selve e nei prati del comune di Coreglia, soggetto alla giurisdizione del signore di Lucca: Dino operò una ricognizione dei confini dei due comuni suddetti nei luoghi denominati *Erbaiuola*, *via Bifolca* e *costa Lactagna*, intimando agli abitanti di Fiumalbo di astenersi dai pascoli abusivi e dalla raccolta di legname nel territorio di Coreglia. Nel 1422 Paolo Guinigi promosse un nuovo arbitrato³⁸. Nel 1466 gli anziani lucchesi replicarono alla proposta del duca di Modena di affidare a due commissari la risoluzione delle vertenze fra gli abitanti di Fiumalbo e Rocca di Pelago e quelli di Coreglia, affermando che non era il momento opportuno e chiedendo piuttosto la restituzione dei beni sottratti agli abitanti di Castiglione³⁹.

In un registro del notaio Pietro Berti è riportato un atto del 25 ottobre 1468 (rogato a Ferrara e conservato anche in una pergamena sciolta del fondo *Tarpea* del Diplomatico lucchese)⁴⁰, che cerca di porre fine ad una lite tra i comuni di Coreglia, Fiumalbo e Pievepelago, i quali procedono, con l'approvazione del duca di Modena, ad una determinazione dei rispettivi confini, fissati presso i prati e boschi ubicati «*citra alpem seu iugum alpis que dicitur Rondinaria respicientibus versus Lombardiam videlicet versus Flumalbum et rocham Pelagi*» in località «Costalattaia, Herbaiola, Lalpicella, Laghaccioli et

³³ MAGRI 1881, part. pp. 320-355, 481-490.

³⁴ Il lodo di Pierino Belli non pose termine alle contese, che proseguirono, in forme diverse, sino al Novecento: BISI 1979, I, pp. 149-156; VIGNOCCHI 1979.

³⁵ Si vedano, per Roccapelago, ASL, *Offizio sopra le differenze dei confini*, 571, 44 (1646); 400 (1646) e 99, mappa 400; 574, mappe 70 (non datata) e 99, 623 (1630-1635); 576, 99, mappa 745; ed in generale *Terre di confine. La cartografia della Val di Serchio tra dominio lucchese ed estense nei sec. XVI-XVIII*, Lucca, CISCU, 1987.

³⁶ FERRI 1991, 2004, 2012.

³⁷ Cfr. ad esempio ASL, *Archivio dei notari della Garfagnana*, I, ser Jacopo de Planorso (1466-1475), cc. 8-10 (atti rogati a Fanano).

³⁸ ASL, *Diplomatico*, *Tarpea*, 1405 luglio 11-12; 1422 giugno 30; *Capitoli*, 26, 4, 1405 luglio 11.

³⁹ FIUMI 1907, n. 1465, p. 257, 1466 aprile 14.

⁴⁰ ASL, *Archivio dei Notari*, I parte, Pietro Berti, n. 1113, cc. 348r-349v; ASL, *Diplomatico*, *Tarpea*, 1468 ottobre 25 (nella pergamena è riportato anche l'atto di ratifica degli uomini di Coreglia, datato 14 giugno 1469).

Laghobaccio» e presso il Lagosanto. Gli uomini di Coreglia potranno tuttavia transitare con utensili e bestie senza pagare gabelle o pedaggi dalla Tuscia e verso la Tuscia, nonché tagliar legna e portarla in Tuscia: per questa concessione pagheranno solo dodici ducati e un quarto «in terra Plebis Pelagi vel Flumalbi vel Rivilonati vel in potestaria Frignani». In questi luoghi essi non potranno però costruire una serra o edifici durevoli ma solo strutture precarie ad uso dei pastori e legnaioli («casonos neccinos pro pastoribus vel lignis incidendis et transportandis»). Il suddetto accordo, ratificato dagli uomini di Coreglia il 14 giugno 1469, fu approvato anche dal governo di Lucca e, il 5 novembre, dal duca Borso d'Este⁴¹. Un atto di ser Nicolao Ciuffarini del 9 marzo 1552 conferma il perdurare di questa utilizzazione delle foreste e dei pascoli da parte degli uomini di Coreglia⁴². Tuttavia anche dopo l'accordo del 1468 proseguirono le liti. Una mappa lucchese del 1646 è accompagnata da una denuncia dei lavori abusivi (disboscamento e semina) effettuati dagli uomini della «villa delle

Tagliole» (Pievepelago) su terreni concessi con la sentenza del 1468 agli abitanti di Coreglia⁴³; e in un foglio non numerato del citato registro notarile di Pietro Berti è riportata questa annotazione (datata 2 dicembre 1751): «L'ill.mo officio sopra le Differenze de confini hà permesso alla comunità di Coreglia di ricorrere al Giusdicente di Sestola Stato di Modena perché gli siano mantenuti i pascoli, che possiede alla Pieve a Pelago»⁴⁴.

I confini tra il Frignano e la Garfagnana risultavano quindi piuttosto elastici in entrambe le direzioni: sono attestati fenomeni migratori, flussi di merci (in particolare il legname), di pecore e pastori, di ecclesiastici, di notai, di briganti. Per ricostruire questi fenomeni la documentazione archivistica lucchese può utilmente integrare quella modenese: ad esempio un atto di ser Antonio Santini del 22 agosto 1573 attesta lo spostamento di legname (tavole di abete) da Fiumalbo a Tereglio⁴⁵; altri documenti lasciano intravedere la diffusione della pastorizia e della transumanza stagionale verso la Maremma⁴⁶.

⁴¹ ASL, *Diplomatico. Tarpea*, 1468 novembre 5.

⁴² ASL, *Archivio dei Notari*, parte I, ser Nicolao Ciuffarini, n. 3258, c. 57rv, 1552 marzo 9: «Guido olim Johannis Antonii di Lotto et Antonius alias Novarino olim Gasparis Tognacci de plebe a Pelago potestarie Sextole districtus illustrissimi ducis Ferrarie tanquam sindici et procuratores ac massarii dicti eorum comunis plebis a Pelago» ricevono da Cristoforo del fu Agostino Landini di Coreglia, ufficiale del comune di Coreglia, dodici ducati ed un quarto di oro, somma che la comunità di Coreglia è tenuta a corrispondere annualmente alla comunità di Pievepelago «pro alpibus Lagaccuoli», ossia per lo sfruttamento dei prati e pascoli.

⁴³ ASL, *Offizio sopra le differenze dei confini*, 571, mappa 44 (di Silvestro Gabrielli), 1646 agosto 23-24 («Disegno d'alcuni lavori fatti all'alpe di Goreglia da i Lombardi»): «io mi trasferii... sopra il luogo che li omini di Coreglia possedono le ragioni concedutosi in virtù della sentenza rogata l'anno 1468... li omini della Villa delle Tagliole hanno diboscato e seminato in tre luoghi circa coltre 4 di tereno dentro delle confini delle alpe descritte in detta sentenza». Nella mappa compaiono i toponimi *Lagobaccio*, *Lagosanto*, *Lagaccioli*.

⁴⁴ ASL, *Archivio dei Notari*, I parte, Pietro Berti, n. 1113.

⁴⁵ ASL, *Archivio dei Notari*, ser Antonio Sardini, n. 3145, c. 2985, 1573 agosto 22. Sulla fluitazione del legname lungo il Serchio e sulle «vie dei remi» cfr. PUCCINELLI 1996, con riferimenti anche a documenti archivistici e mappe modenesi (in particolare ASMò, *Cancellaria ducale, Confini dello Stato*, 66, fasc. 16, a. 1625; 89, n. XIX, ove è raffigurata anche Roccapelago); PUCCINELLI 2002, part. pp. 54-58; MORDINI 1996.

⁴⁶ ASL, *Diplomatico. Tarpea*, 1468 novembre 5 (contrasto tra il comune di Coreglia e quelli di Fiumalbo e Pievepelago «occasione pascuorum, pasturarum et nemorum»). Cfr. BARSANTI 1987; CAZZOLA 1993; MARCACCINI, CALZOLAI 2003.

Di conseguenza gli sconfinamenti dovevano essere frequenti⁴⁷.

Oltre ai flussi migratori stagionali si registra l'inserimento stabile di immigrati dal Frignano in Lucchesia e in Versilia. Nel 1280 è attestato a Lucca un «Ardivinus filius Bernardi albergatoris qui fuit de Frignano», nel 1300 un «Janne pelliario contrate sancti Salvatoris in Muro quondam Raynerii olim de Frignano»⁴⁸; mentre nel 1305 Puccino del fu Pietro «qui fuit de Valli de Frignano episcopatus Mutine» dimora «apud Pareçanum vicariatus Petresancte lucensis diocesis».⁴⁹ Nel 1375-1378 opera nella valle del Serchio un notaio proveniente dal Frignano ma *habitor Terellii*, Giovanni di Buccio di Fiumalbo, che roga un atto a Licignana e un lodo arbitrato su una controversia tra le comunità di Coreglia e Ghivizzano⁵⁰. Ma anche a Pievepelago è attestata la presenza di immigrati provenienti dal territorio lucchese, come Simone detto «il Luchese»

e Mariano di Stefano da Montefegatesi (1611)⁵¹. Nel 1461 vengono condannati a morte vari briganti che operavano in Valleriana, tra i quali compaiono tre uomini di Fanano, Bertono Farine, Piero Bertarini e Bertarino Pieri⁵²: il brigantaggio e le endemiche violenze tra le diverse fazioni, documentati soprattutto dalla fine del Quattrocento⁵³, rappresentano l'altra faccia di quella forte tradizione autonomistica che caratterizza a lungo le comunità appenniniche prima del prevalere della statualità moderna⁵⁴. Nella documentazione modenese compaiono vari riferimenti a liti per i confini tra il comune di Roccapelago e quello di S. Andrea⁵⁵. Si intravede inoltre un impoverimento della comunità a causa della cattiva gestione dei beni comuni e delle usurpazioni compiute dai funzionari. Già nel 1481 il castellano di Roccapelago riferisce al duca che l'esportazione di frumento verso la Toscana rischia di provocare la carestia nel Fri-

⁴⁷ Cfr. ROMBALDI 2000, part. p. 94, ove ricorda, citando una fonte archivistica modenese, che nel 1588 «alcuni di Barga, sudditi del Duca di Toscana, sono andati a pescare nel Lagosanto».

⁴⁸ ASL, *Diplomatico. Deposito Rocchi Burlamacchi*, 1280 luglio 30: «Ardivinus filius Bernardi albergatoris qui fuit de Frignano»; Spedale di S. Luca, 1300 maggio 1.

⁴⁹ ASL, *Diplomatico, S. Agostino*, 1305 luglio 19.

⁵⁰ ASL, *Diplomatico. Spedale di S. Luca*, 1375 dicembre 28; *Cenami (I Acquisto Ghivizzani)*, 1378 ottobre 20.

⁵¹ MUCCI 2008, p. 94.

⁵² ASL, *Diplomatico. Disperse*, 1461 luglio 27. Sul brigantaggio lungo l'Appennino cfr. MONTANARI 2000; BAJA GUARIEN- TI 1979; e anche CORRADI, GRAZIANI 1997.

⁵³ Si vedano i numerosi riferimenti a omicidi e pacificazioni tra gruppi familiari in ASMo, *Cancelleria ducale. Rettori dello Stato. Frignano*, 1, *Corrispondenza, Podestà, Commissari, Governatori*, ove sono conservate diverse lettere di Sigismondo Salimbeni e di altri funzionari ducali a partire dal 1480 circa. Tra i protagonisti di queste violenze (che si scatenavano spesso in occasione delle fiere o durante gli spostamenti da e verso la Maremma: cfr. le lettere del 9 maggio e 1° settembre 1490) è menzionato più volte Marsilio di Roccapelago, che ha ucciso un certo Alessandro ma ha chiesto la revoca del bando «poiché ha la pace da li suoi nemici», ossia in quanto è intervenuta la pacificazione con la famiglia della vittima, i cui pupilli hanno ottenuto un risarcimento economico (14 giugno 1490); mentre un Gaspare di Roccapelago «conductore» di gabelle è accusato di aver autorizzato troppe persone a portare armi (12 febbraio 1490). Il 9 giugno 1490 il commissario Sigismondo Salimbeni rileva con soddisfazione di aver vinto tutte le inimicizie, cosicché «non ce n'è più una minima che non sia facta la pace necessaria fra parenti et parenti, cosa che non fu da cinquanta anni in qua».

⁵⁴ PIRILLO 1995.

⁵⁵ ASMo, *Cancelleria ducale. Rettori dello Stato. Frignano*, 1: lettere del commissario Sigismondo Salimbeni del 25 maggio e 17 agosto 1490, con giudizi forti su «questa gente crudele et sanguinolenta».

gnano⁵⁶. La tendenza delle comunità del Pelago all'indebitamento è già attestata prima della grande crisi del 1590-1594: un registro notarile di ser Francesco Montalcini riporta i nomi di diversi personaggi del comune di Pievepelago che nel 1565 risultano indebitati nei confronti di Jacopo Raffarelli di Lucca e di Nicolò del fu Battista «de Lenis», abitante a Borgo a Mozzano, per l'acquisto di grano maremmano⁵⁷.

Ma è soprattutto alla fine del secolo e nel corso del Seicento che i rappresentanti della comunità di Roccapelago, fortemente indebitata (in particolare, nel 1611, nei confronti dei Malpigli di Lucca, per cui si trova costretta ad affittare boschi a Valerio Mariani di Castelnuovo Garfagnana, al quale ha ceduto il debito), chiedono al governo ducale l'autorizzazione a vendere «una parte dei legnami della loro boscaglia nel territorio della Rocca» ad un mercante lucchese; mentre gli uomini di S. Anna chiedono, per evitare gli abusi compiuti dagli esattori, di poter riscuotere separatamente, attraverso un loro massaro e non più tramite quello di Roccapelago, la tassa sul sale⁵⁸. Emergono inoltre altri aspetti della vita comunitaria: il 3 luglio 1569 gli uomini di Roccapelago, riuniti «a pubblico parlamento nella chiesa nostra», certificano la correttezza di un mercante

di Castelnuovo Garfagnana, liberandolo dalle accuse; il 3 maggio 1580 essi lamentano le prepotenze subite ad opera degli uomini di Frassinoro, che non vorrebbero permettere loro di utilizzare la Selva romanesca per pascolare, seminare, tagliare erba, come hanno sempre fatto; nel 1608 si appellano contro una condanna «per non haver fatto la rotta per la neve» ricordando che nonostante il loro impegno la grande quantità della neve non consentiva di tenere sgombre le strade. Nel 1596 essi riconoscono il loro parroco, don Giacomo Stefani, da loro stessi eletto, come «suo Padre spirituale, persona giusta et che solo mira a l'utile et comodo de poveri, sufficiente et habile», servendosi della sua mediazione per chiedere prestiti⁵⁹; e lo stesso rettore denunciava nel 1593 al duca le miserevoli condizioni degli abitanti, costretti a trasferirsi altrove «per allevare le loro famiglie» conducendo animali con contratti di soccida, per cui nella parrocchia «mancano 65 famiglie», circa la metà del totale⁶⁰. La parrocchia rappresenta quindi un punto di riferimento fondamentale per la vita (non solo spirituale) della comunità⁶¹.

⁵⁶ Ivi, *Roccapelago 1490-93. Lettere di Marino Corso della Rocchetta castellano di Rocca Pelago, 1480-81*, lettera del 2 giugno 1481: «per questa strada da questa vostra Rocha de Pelago tutel di va piene le strade de some de formento e pasa in la parte de Toscana si che sera gran dano in questi vostri paesi».

⁵⁷ ASL, *Archivio dei Notari*, parte I, *ser Francesco Montalcini*, n. 3546, c. 345r, 1565 maggio 30. Lo stesso registro attesta che Iacopo e Nicolao sono creditori nei confronti di parecchie altre persone, alcune delle quali di Fiumalbo e di S. Andrea presso Sestola.

⁵⁸ ASMo, *Cancelleria ducale. Rettori dello Stato. Frignano*, 6556/29; Documenti Roccapelago 1584-1607; c. 876/1620 ed altri fogli sparsi, non sempre datati. Nel 1620 gli uomini di Roccapelago chiedono di poter utilizzare le entrate dei pascoli comuni, «il più delle volte usurpate da gl'ufficiali che le maneggiano, i quali ogni sei mesi si mutino», per il pagamento della tassa sul sale.

⁵⁹ Ivi, *Documenti Rocca Pelago, 1584-1607; Suppliche e lettere degli uomini di Rocca Pelago, 1580-1685*: alla supplica, non datata, della c. 724 è allegata una *Nota dell'huomini debitori, bisognosi, e fuorusciti*, che comprende 44 nomi.

⁶⁰ Ivi, *Roccapelago, Ecclesiastici*, 21 febbraio 1593. Seguono analoghe suppliche (a. 1675, 1683, 1685) di successivi rettori della parrocchia a favore dei pastori di Roccapelago costretti ad emigrare (anche nel Bolognese) per condurre bestie in soccida; e degli stessi pastori.

⁶¹ Sul ruolo fortemente aggregante delle parrocchie montane cfr. SORBELLI 1910.

Altri dati sulla vita economica locale, in particolare sul numero delle «bocche» (939 nel 1644, contro 888 di Pievepelago), dei mulini (Roccapelago ne ha nove nel 1645, contro i sei di Pievepelago e i 14 di Fiumalbo), dei cavalli, delle pecore e delle capre sono forniti in appendice al saggio di Armeno Fontana⁶².

Si può quindi ipotizzare (ricorrendo, con le dovute cautele, al ‘metodo regressivo’) che questa diffusa mobilità di uomini (pastori, boscaioli, commercianti di legname, briganti) tra i due versanti appenninici coinvolgesse sin dal Medioevo anche il territorio di Roccapelago, per il quale la documentazione disponibile diviene consistente solo all’inizio dell’età moderna⁶³.

Bibliografia

ANDREOLLI B. 1979, *L’Alto Frignano nelle opere di Giovanni Sercambi e nell’epistolario di Paolo Guinigi*, in *Pievepelago e l’alto Frignano, I. La storia*, Modena, Aedes Muratoriana, I, pp. 99-112.

ANGIOLINI E. 2013, *Fonti per la storia di un territorio montano: il caso dell’Archivio di Stato di Modena*, in AL KALAK M. (a cura di), *Storie di confine. Appunti e ricerche su un territorio montano (Frignano, secoli VIII-XXI)*, Roma, Viella, pp. 95-104.

BAJA GUARIENTI C. 1997, *Al governo della montagna: banditi e fazioni nel Cinquecento estense*, in AL KALAK M. (a cura di), *Storie di confine. Appunti e ricerche su un territorio montano (Frignano, secoli VIII-XXI)*, Roma, Viella, pp. 33-43;

BALDELLI F. (a cura di) 1994, *Gli archivi parrocchiali della provincia di Modena. Censimento*, Modena, Mucchi.

BARSANTI D. 1987, *Allevamento e transumanza in Toscana: pastori, bestiame e pascoli nei secoli XV-XIX*, Firenze, Medicea.

BARTOLINI L. 1673, *Relatione delle Missioni fatte su le Montagne di Modona dalli Molto RR. PP. Paolo Segneri, e Gio. Pietro Pinamonti della Compagnia di Giesù l’anno 1672*, Modena, Cassiani.

BERTUZZI G. 1971, *Fanano e il suo territorio in un manoscritto del sec. XVIII*, in *La Valle del Leo*, Atti e Memorie del Convegno di studi (Fanano 7-8 giugno 1969), Modena, Aedes Muratoriana, pp. 37-46.

BISI F. 1979, *Alcune note su una lunga controversia di confini fra Pievepelago e Barga*, in *Pievepelago e l’alto Frignano, I. La storia*, Modena, Aedes Muratoriana, I, pp. 149-156.

BOCCHI F. 1986, *Gestione dello spazio e vita comunitaria negli statuti del Frignano del 1337-38*, in *Territori, strade e comunità d’insediamento attraverso la lunga durata*, Atti del IV Convegno di storia territoriale (Pavullo nel Frignano, 20-21 ottobre 1984), Modena, Centro Studi per la storia del territorio e della civiltà rurale, pp. 47-59.

BONACINI P. 1995, *Il comitato del Frignano*, in FOSCHI P., ZAGNONI (a cura di), *Signori feudali e comunità appenniniche nel Medioevo*, Atti delle Giornate di studio (Cappignano, 3 - 4 settembre 1994), Porretta Terme-Pistoia, Gruppo di studi alta Valle del Reno, Società pistoiese di storia patria, pp. 39-55 (ristampato in BONACINI P., *Terre d’Emilia*, Bologna, Clueb, 2001, pp. 153-171).

BRUGIONI P., BRUGIONI L., DOCCHIO C. 2005, *La peste del 1630 a Modena e nel Frignano*, «Rassegna frignanese», XXXV, pp. 159-176.

BONGI S. (a cura di) 1892, *Le Croniche di Giovanni Sercambi lucchese*, I, Lucca, Giusti.

BORTOLOTTI G. 1961, *Guida dell’alto Appennino modenese e lucchese: dall’Abetone alle Radici: lago Santo modenese ed Orrido di Botri*, Bologna, Tamari.

BUCCIARDI G. 1930, *Lotte faziose nel Frignano dal 1269 al 1272*, «Atti e memorie della R. Deputazione di Storia patria per le antiche provincie modenesi», serie VII, VI, pp. 1-9.

CAZZOLA F. (a cura di) 1993, *Percorsi di pecore e di uomini: la pastorizia in Emilia Romagna dal Medioevo all’età contemporanea*, Bologna, Clueb.

⁶² FONTANA 2005, pp. 122-124.

⁶³ Solo a partire dal ‘600, col notaio Giovanni Venturi (1626-1651 circa), sono conservati, nell’archivio notarile di Pavullo, specifici registri notarili per Roccapelago (si veda il relativo inventario).

- CORRADI G.L., GRAZIANI N. (a cura di) 1997, *Il bosco e lo schioppo: vicende di una terra di confine tra Romagna e Toscana*, Firenze, Le Lettere.
- DOTTI MESSORI G. 1994, *Gli archivi parrocchiali nell'indagine storica: il caso della pieve di Fanano*, in FOSCHI P., ZAGNONI R. (a cura di), *La parrocchia montana nei secoli XV-XVIII*, Atti delle Giornate di studio (Capugnano, 11-12 settembre 1993), Bologna-Porretta Terme-Pistoia, Gruppo di studi alta valle del Reno, pp. 23-33.
- FERRI C. 1991, *L'archivio dei notari di Lucca: spoglio degli atti relativi a comunità, contrade e bracci di Lucca, ospedali, conventi, monasteri e chiese dal 1245 al 1499*, Lucca, Istituto storico lucchese.
- FERRI C. 2004, *L'archivio dei notari di Lucca: spoglio degli atti relativi alle attività artigiane, mercantili, finanziarie con riferimento ai Magistri e professioni simili; inoltre a comunità, contrade, acque e mappe dal 1245 al 1499*, Lucca, Istituto storico lucchese.
- FERRI C. 2012, *L'archivio dei notari di Lucca: spoglio degli atti relativi ai Capitoli, alle Comunità, alle Contrade di Lucca, ai Fiumi e Torrenti e alle Mappe, dai Registri dei Notari: prima parte, anni 1500-1575 circa*, Lucca, Istituto storico lucchese.
- FONTANA A. 2005, *Ambiente e risorse dell'Alto Frignano nella cultura delle comunità*, «Rassegna frignanese», XXXV, pp. 95-124.
- FORNACIARI G., MALLEGNI F. 1981, *Alimentazione e paleopatologia*, «Archeologia medievale», VIII, pp. 353-368.
- FOSCHI P., PENONCINI E., ZAGNONI R. (a cura di) 1999, *Ecclesiae baptismales: le pievi della montagna fra Bologna, Pistoia e Modena nel Medioevo*, Porretta Terme-Pistoia, Gruppo di studi alta Valle del Reno, Società pistoiese di storia patria.
- FUMI L. (a cura di) 1907, *Regesti dell'Archivio di Stato in Lucca*, IV, *Carteggi degli anziani*, Lucca.
- GALLI A. 1985, *Roccapelago, l'antica fortezza di Obizzo*, Modena, Teic.
- GINATEMPO M. 1988, *Corpi e uomini tra scienza e storia: studi di osteo-archeologia umana per l'Italia medievale*, «Archeologia medievale» XV, pp. 7-64.
- MAGRI P. 1881, *Il territorio di Barga, Albenga, Craviotto* (ristampa Castelnuovo Garfagnana, edizioni della Rocca, 1981).
- MARCACCINI P., CALZOLAI L. 2003, *I percorsi della transumanza in Toscana*, Firenze, Polistampa.
- MERCATI A. 1934, *Gregorio XI e i moti del Frignano nel 1371*, «Lo Scoltenna. Atti e Memorie», serie III, II, pp. 9-26.
- MERCATI A., NASALLI ROCCA E., SELLA P. (a cura di) 1933, *Rationes decimarum Italiae, Aemilia: le decime dei secoli XIII-XIV*, Città del Vaticano, (ristampa anastatica, Roma 1969).
- MONTANARI G.C. 2000, *Storie di banditi fra Modena e la Garfagnana nei secoli XV-XVI*, in *La Garfagnana dall'avvento degli Estensi alla devoluzione di Ferrara*, Atti del Convegno (Castelnuovo Garfagnana, 11-12 settembre 1999), Modena, Aedes Muratoriana, pp. 273-281.
- MORDINI A. 1996, *La via dei remi da galera*, «Rassegna frignanese», XXVIII, pp. 225-237.
- MORDINI A. 2002, *Fonti fiorentine e lucchesi per la storia dell'alto Frignano*, «Rassegna frignanese», XXXII, pp. 67-72.
- MORDINI A. 2005, *Morire di peste sulle montagne del duca*, Pievepelago, Benedetti.
- MUCCI P. 2006, *L'incetta estense de legname e il "palazzo" di Pievepelago*, «Rassegna frignanese», XXXVI, pp. 273-289.
- MUCCI P. 2008, *IL centro storico di Pievepelago nella prima metà del Seicento (indagine topografico-abitativa)*, «Rassegna frignanese», XXXVIII, pp. 88-104.
- MUCCI P., MORDINI A. 1999, *L'epoca di Obizzo da Montegarullo: apogeo e tramonto di una signoria frignanese*, Modena.
- MUCCI P., MORDINI A. 2007, *La Pieve di Santa Maria del Pelago e le sue trasformazioni nel tempo*, Pievepelago, Lo Scoltenna.
- PANTANELLI D., SANTI V. (a cura di) 1895, *L'Appennino modenese descritto ed illustrato*, S. Casciano, Cappelli, (ristampa anastatica, Bologna, Cappelli, 1972).
- PAOLUCCI P. 1720, *La Garfagnana illustrata*, Modena, Soliani.
- PINI A. 2003, *Renno: splendore e declino di una pieve del Frignano: il feudo Montecuccoli e la comunità*, Pavullo nel Frignano, Iaccheri.

- PIRILLO P. 1995, «E séco porta lettere d'ubidientia e di comandamento agli uomini dell'alpe». *Le comunità appenniniche tra signoria locale e giurisdizione cittadina (secc. XIV-XVI)*, in DONDARINI R. (a cura di), *La libertà di decidere. Realtà e parvenze di autonomia nella normativa locale del medioevo*. Atti del Convegno nazionale di studi (Cento 6-7 maggio 1993), Cento, Comune di Cento, pp. 245-269.
- PRUNAI G. 1973, *Le pergamene di Barga nel Diplomatico fiorentino*, in *Lucca Archivistica, Storica, Economica*, Relazioni e comunicazioni al XV Congresso Nazionale Archivistico (Lucca, 1969), Roma, Il Centro di Ricerca Editore, pp. 128-151.
- PUCCINELLI G. 1996, *Traffici di legname e vie dei remi nella montagna e nelle marine lucchesi*, Lucca.
- PUCCINELLI G. 2002, *La fluitazione lungo il Serchio: una pratica di lunga durata*, «Società e storia», XCV, pp. 35-69.
- PUCCINELLI G. 2010, *All'origine di una monocultura: l'espansione del castagneto nella Valle del Serchio in età moderna*, «Rivista di storia dell'agricoltura», L, pp. 3-67.
- RICCI B. 1907-1908, *La "plebs" medioevale del Pelago*, «Lo Scoltenna», IV, pp. 1-63.
- RICCI B. 1908-1909, *La pieve del Pelago nel periodo tridentino*, «Lo Scoltenna», V, pp. 3-73.
- RICCI B. 1909-1910, *La pieve del Pelago nel periodo post-tridentino*, «Lo Scoltenna», VI, pp. 98-164.
- RICCI B. 1912, *La pieve del Pelago: memorie storiche*, Modena, Società tipografica modenese.
- RÖLKER R. 1997, *Nobiltà e Comune a Modena: potere e amministrazione nei secoli XII e XIII*, trad. it., Modena, Aedes Muratoriana.
- ROMBALDI O. 1979, *La comunità del Pelago dalla carestia del 1590 alla peste del 1630*, in *Pievepelago e l'alto Frignano, I. La storia*, Modena, Aedes Muratoriana, pp. 113-139.
- ROMBALDI O. 2000, *La Garfagnana nello stato estense del Cinquecento*, in *La Garfagnana dall'avvento degli Estensi alla devoluzione di Ferrara*, Atti del Convegno (Castelnuovo Garfagnana, 11-12 settembre 1999), Modena, Aedes Muratoriana, pp. 83-100.
- RONZANI M. 2012, *Come lavorare con le "Rationes decimarum"? Riflessioni sul rapporto fra l'insediamento e le forme d'inquadramento civile ed ecclesiastico in Toscana fra Due e Trecento*, in GALETTI P. (a cura di), *Paesaggi, comunità, villaggi medievali*, Atti del Convegno (Bologna, 14-16 gennaio 2010), Spoleto, Centro italiano di studi sull'Alto Medioevo, pp. 525-534.
- SANTI V. 1883, *Il mercato di Pievepelago*, «Lo Scoltenna», III, pp. 31-35.
- SANTI V. 1892, *Memorie storiche di Sant'Anna Pelago nel Frignano*, Modena, Soliani.
- SANTINI G. 1960, *I comuni di valle del Medioevo: la costituzione federale del Frignano: dalle origini all'autonomia politica*, Milano, Giuffrè.
- SANTINI G. 1964, *I Comuni di Pieve nel Medioevo italiano: contributo alla storia dei comuni rurali*, Milano, Giuffrè.
- SANTINI G. 1979, *La Valle del Pelago: un'area culturale appenninica tra esperienze toscane ed esperienze padane, in Pievepelago e l'alto Frignano, I. La storia*, Modena, Aedes Muratoriana, pp. 13-62.
- SANTOLI Q., SORBELLI A., JACOLI F. (a cura di) 1913, *Statuti dell'Appennino tosco-modenese (Sambuca Pistoiese, Frignano). Secoli XIII-XIV*, Milano, Hoepli, 1913 (Corpus Statutorum Italicorum, dir. Pietro Sella, n. 2).
- SERRA G. 1960, *La peste dell'anno 1630 nel Ducato di Modena*, Modena, Società Tipografica Editrice Modenese.
- SIMEONI L., VICINI P.E. 1940, *Registrum privilegiorum Comunis Mutinae*, I, Reggio Emilia, Costi.
- SODINI C. (a cura di) 1983, *Barga medicea e le enclaves fiorentine della Versilia e della Lunigiana*, Firenze, Olschki.
- SORBELLI A. 1900, *Gli Archivi del Frignano: ricerche e studi*, Pavullo del Frignano, Bompani.
- SORBELLI A. 1910, *La parrocchia dell'Appennino emiliano nel Medio Evo*, Bologna, Zanichelli.
- TAVILLA E. 2013, *L'autonomia "federale" del Frignano dal Comune medievale alla Provincia estense*, in AL KALAK M. (a cura di), *Storie di confine. Appunti e ricerche su un territorio montano (Frignano, secoli VIII-XXI)*, Roma, Viella, pp. 19-32.

TORI G. 1977, *Nicolao degli Onesti Vicario di Montecarlo. Carteggio con Paolo Guinigi, 1401 e 1408*, Lucca, Pacini Fazzi.

VASINA A. (a cura di) 1998, *Repertorio degli statuti comunali emiliani e romagnoli (secc. XII-XV)*, II, Roma, Istituto storico italiano per il Medioevo.

VICINI E.P. (a cura di) 1931, *Regesto della chiesa cattedrale di Modena*, Roma, Istituto storico italiano.

VIGNOCCHI G. 1979, *Sviluppi recenti e conclusioni della vertenza fra Pievepelago e Barga per i diritti promiscui sui boschi e pascoli di Lagosanto*, in *Pievepelago e l'alto Frignano, I. La storia*, Modena, Aedes Muratoriana, I, pp. 157-164.

ZAGNONI R. 2003, *Il sistema delle chiese battesimali e la pieve di Renno*, «Rassegna frignanese», XXXIII, pp. 417-428.

Giovanna Bosi*, Federico Lugli**, Paola Torri*, Rossella Rinaldi*, Marta Bandini Mazzanti*

Tracce di mais dalla cripta: testimonianze polliniche e paleonutrizionali

Introduzione

Ai fini della ricostruzione delle condizioni di vita e di salute di una comunità del passato, può contribuire in modo significativo la determinazione delle modalità di sussistenza che essa adottava in rapporto alle risorse ambientali, modalità che possono essere ricostruite attraverso diversi approcci analitici particolarmente utili e proficui in contesti archeologici ricchi e ben conservati come quello restituito dalla camera sepolcrale della chiesa di Roccapelago. In quest'ottica vengono qui presentati i risultati di una duplice ricerca: da un lato lo studio dei pollini repertati all'interno della cripta, utili a ricostruire le specie vegetali che dovevano essere presenti all'epoca nell'area territoriale di Roccapelago e, dall'altro, l'analisi degli elementi chimici in traccia, insieme ai rapporti di alcuni isotopi, nel tessuto degli individui rinvenuti nella medesima cripta allo scopo di risalire alla dieta da essi seguita nel corso della loro vita.

Per le analisi palinologiche, sono stati repertati i sedimenti depositi in diversi punti della cripta e, per le indagini paleonutrizionali, sono stati raccolti campioni ossei e dentali prelevati da alcuni inumati, recuperati dalla stessa cripta, attribuiti a diversi periodi cronologici di deposizione.

Si riporta qualche informazione desunta dalle analisi archeobotaniche effettuate (con i metodi in uso presso il Laboratorio di Palinologia e Paleobotanica di UNIMORE) a titolo di saggio su

4 campioni provenienti dalla cripta nella quale si trovavano le mummie.

Analisi polliniche: 2 campioni di terriccio sono stati prelevati da fessure entro i muri all'altezza di US 25; tali depositi si sono probabilmente formati nel periodo di deposizione delle salme (utilizzo cripta: seconda metà XVII - prima metà XVIII sec. d.C.): 1) PoR1 (terreno e larve) – più esterno, vicino all'ambiente della cripta; 2) PoR2 (siringa) – più interno, in profondità nello spazio tra due conci lapidei (forse risalente alla fase più antica, quando la cripta era utilizzata come ambiente interrato alla rocca).

Analisi carpologiche: 2 campioni (area D – ambiente voltato) coevi alla deposizione degli inumati (seconda metà XVI – prima metà XVIII sec. d.C.): 1) CaR1 – US 25; 2) CaR2 – US 28. I campioni sono costituiti da un insieme di reperti da raccolta a vista effettuata dagli archeologi. Gli scarsi reperti carpologici (CaR1 = 11; Ca R2 = 3) sono costituiti soprattutto da parti di frutti spontanei che potevano trovarsi nei boschi circostanti la rocca: nocchie (*Corylus avellana*), pericarpi di castagne (*Castanea sativa*), cupole di faggiole (*Fagus sylvatica*) e ghiande (*Quercus sp.*), ai quali si aggiungono pochi endocarpi di prunoidee coltivate/coltivabili (*Prunus domestica*, *P. insititia*, *P. avium/cerasus*). Su quasi tutti i reperti sono presenti i tipici segni di rottura da denti di animali, in particolare roditori. Proba-

* Dipartimento di Scienze della Vita, Università di Modena e Reggio Emilia.

** Dipartimento di Beni Culturali, Laboratorio di Antropologia, Università di Bologna, Campus di Ravenna.

bilmente è proprio a scoiattoli e ghiri che si deve la presenza all'interno della cripta di questi resti di frutti, che facevano parte di provviste raccolte nel bosco e poi portate all'interno attraverso la piccola finestra per essere consumate.

I due campioni pollinici sono abbastanza simili tra loro. Essi riflettono in parte l'immagine del bosco circostante la rocca, con buona presenza di castagno (più abbandonante in PoR1), querce, nocciolo e altre essenze del querceto misto, poi faggio e conifere, fra cui l'abete bianco. In parte segnalano anche la probabile presenza di aree adatte al pascolo (con molte cicorioidee e poacee spontanee) e di aree coltivate a cereali: grani, orzo, segale. A questo riguardo è degna di nota la presenza, in entrambi i campioni di polline di mais (vedi oltre).

Ambedue gli spettri mostrano anche la presenza di varie entomofile con fiori vistosi (es. rosa canina, margherite, fiordalisi, campanule, papavero, ranuncoli, verbena...) che costituiscono circa il 40% dei taxa rinvenuti, una quota importante rispetto a quanto si verifica di solito nella pioggia pollinica "naturale", dove si ha netto predominio invece di granuli anemofili. La relativa abbondanza di questi taxa potrebbe collegarsi alla frequentazione della cripta d'insetti impollinatori, ma nessun nido di tali insetti è stato rinvenuto nell'ambiente voltato¹. Un'altra ipotesi potrebbe considerare l'intenzionale deposizione nella cripta di fiori, raccolti sullo spontaneo, probabilmente in coincidenza con i riti funebri contemporanei alla deposizione delle salme.

Testimonianze polliniche

Il polline di *Zea mays* è stato registrato in entrambi i campioni, con percentuali da 1 a 2%. Nonostante che il mais abbia una produzione pollinica elevata (particolarmente nelle varietà più antiche²), la dispersione atmosferica di questi granuli (influenzata dalle loro grandi dimensioni e dalla rapida velocità di sedimentazione) è abbastanza limitata³. Infatti, il pesante polline di mais non riesce a viaggiare molto lontano in condizioni atmosferiche normali⁴, ma spesso nemmeno forti venti durante la fioritura riescono a trasportare molti di questi pollini a più di un paio di metri dalla fonte⁵.

La presenza del polline di mais nei due campioni studiati potrebbe avere alcune possibili spiegazioni: 1) trasporto aereo dei granuli attraverso le due finestre della cripta; 2) trasporto antropico involontario, forse attraverso sudari e vestiti dei defunti; 3) trasporto casuale per calpestio, attraverso chi ha accompagnato i defunti nell'ultima dimora.

Il rinvenimento di polline di mais, marker cronologico rilevante nel contesto delle mummie di Roccapelago, indica che i campioni non possono essere anteriori agli ultimi decenni del XVI secolo d.C., dopo che furono importate le varietà del cereale dalle regioni subtropicali e temperate dell'America Centrale e Meridionale⁶. Le fonti storiche testimoniano una diffusione del mais nel Ducato Estense già dalla fine del XVI sec. in poi, ma è durante la prima metà del XVII sec. che esso diventa un elemento importante della

¹ VANIN, *in verbis*.

² VOGLER *et al.* 2009.

³ RAYNOR *et al.* 1972.

⁴ STALLER 2010.

⁵ VOGLER *et al.* 2009.

⁶ BRANDOLINI & BRANDOLINI 2001.

dieta quotidiana, come dimostrano le diverse fonti che trattano della coltivazione e del suo uso per fare pane ma soprattutto “polenta”⁷, che diventa rapidamente uno dei cibi più diffusi tra le classi sociali inferiori nel Nord Italia⁸.

GB, PT, RR, MBM

Testimonianze paleonutrizionali

I reperti osteologici possono essere studiati, oltre che da un punto di vista anatomico-macroscopico, anche da una prospettiva differente, che comprende analisi di tipo chimico e geochimico. Infatti, indagando le concentrazioni degli elementi in traccia e i rapporti di alcuni isotopi presenti nelle varie componenti dell'osso, è possibile risalire alla dieta seguita dall'individuo nel corso della vita. In questo lavoro, per quando riguarda gli elementi in traccia indagati sulla porzione inorganica dell'osso (idrossiapatite), sono stati studiati stronzio e magnesio. Inoltre, dal collagene estratto, è stato possibile analizzare anche i rapporti isotopici di carbonio ($\delta^{13}\text{C}$) e azoto ($\delta^{15}\text{N}$). Nella letteratura scientifica, l'elemento in traccia più utilizzato per indagini nutrizionali è lo stronzio⁹. Quest'ultimo è infatti estremamente utile nel campo della paleodieta poiché piuttosto stabile dal punto di vista diagenetico; inoltre, non presentando funzioni di tipo metabolico, non viene regolato da omeostasi e, per questo, la sua concentrazione tende a rimanere costante nel corpo¹⁰. Lo stronzio ha un comportamento chimico simile al calcio: per questo motivo viene fissato nelle ossa in sostituzione del calcio stesso.

Essendo assunto pressoché unicamente per via alimentare, le quantità di stronzio nello scheletro riflettono la posizione nella catena alimentare dell'individuo studiato. Difatti, mentre le piante assorbono lo stronzio dal terreno (fonte principale), gli erbivori lo assumono cibandosi delle piante, mentre i carnivori lo assumono cibandosi degli erbivori o di altri carnivori. Mano a mano che si risale lungo la catena alimentare, le quantità di stronzio nelle ossa tendono a diminuire poiché l'organismo è propenso a fissare preferenzialmente il calcio rispetto allo stronzio. Questo processo, conosciuto come *biopurificazione*, è alla base degli studi paleonutrizionali¹¹. A differenza dello stronzio, il magnesio è importante per molti processi fisiologici e tende ad essere maggiormente concentrato in alcuni alimenti come noci, cereali e vegetali in genere. In alcuni studi sull'inizio della coltivazione del mais nel continente americano, il magnesio è stato utilizzato, parallelamente agli isotopi stabili di C ed N, come marker chimico per indagare la presenza del cereale nella dieta¹².

I rapporti isotopici di carbonio e azoto vengono utilizzati da decenni nello studio della paleodieta. Il $\delta^{13}\text{C}$ è infatti in grado di discriminare una dieta a base di piante C_3 (molto comuni nelle nostre zone, poiché tipiche di ambienti temperati) da una a base di piante C_4 (tipiche di ambienti più caldi, come il mais). Il $\delta^{15}\text{N}$ è invece specchio della posizione nella rete trofica dell'individuo, permettendo quindi di discriminare una dieta carnivora da una erbivora, e una dieta a base di

⁷ CAZZOLA 1992.

⁸ MARIANI COSTANTINI & MARIANI COSTANTINI 2007.

⁹ BURTON 2008.

¹⁰ NIELSEN 2004.

¹¹ BURTON *et al.* 1999.

¹² WHITE, SCHWARCZ 1989; KATZENBERG *et al.* 1993.

proteine terrestri da una a base di proteine marine¹³.

Per quanto riguarda Roccapelago, sono stati studiati 8 individui (6 provenienti da US 28 e 2 da US 23)¹⁴. Ogni individuo era rappresentato da più campioni anatomici, fra cui almeno un dente, per un totale di 22 campioni (fra ossa e denti). Scopo primario dell'indagine è stato quello di evidenziare eventuali variazioni diacroniche nella dieta della comunità (da US 28, datata fra il XV e il XVI sec. d. C., a US 23, datata al XVIII sec. d. C.).

Secondo quanto proposto da Giorgi et al.¹⁵, sia lo stronzio che il magnesio sono presenti nelle ossa in concentrazioni riconducibili a diete tendenzialmente onnivore ma con una forte componente di cibi vegetali. In particolare, si evidenziano concentrazioni di magnesio statisticamente differenti negli individui provenienti dalle diverse US, con un arricchimento negli individui più recenti. Questa variazione, osservabile, seppur inversa, anche nei livelli di stronzio, può essere riconducibile all'aumento nella dieta di una componente ricca di magnesio e povera di stronzio. Il mais presenta infatti alte concentrazioni di magnesio, tipiche di un cereale, e basse concentrazioni di stronzio¹⁶.

Le ipotesi effettuate per gli elementi in traccia sono corroborate dai risultati delle analisi degli isotopi stabili. Il rapporto isotopico dell'azoto è piuttosto basso, riflesso di una dieta prevalentemente a base di vegetali con pochi apporti di carne.

È osservabile un aumento significativo del $\delta^{15}\text{N}$ da US 28 a US 23, conseguenza di un probabi-

le arricchimento della dieta e di una maggiore, seppur moderata, presenza di carne (e alimenti altamente proteici) nell'alimentazione degli ultimi individui. Di grande interesse per quanto concerne l'utilizzo del mais, è invece il rapporto isotopico del carbonio ($\delta^{13}\text{C}$). Sono state infatti osservate significative variazioni nei livelli di $\delta^{13}\text{C}$ al variare dell'unità stratigrafica: in particolare, gli individui di US 23 (la più recente) mostrano valori molto alti di $\delta^{13}\text{C}$ rispetto a quelli di US 28. Valori così alti di $\delta^{13}\text{C}$ negli individui di US 23 sono riconducibili ad una alimentazione con una forte componente di piante C_4 , come il mais.

FL

Conclusioni

Dalle analisi chimiche effettuate su campioni di ossa e denti è quindi possibile affermare che la dieta degli inumati di Roccapelago fosse basata su una forte componente vegetale tra cui è molto probabile rientrasse una importante quota maidica plausibilmente sotto forma di pane e di polenta. Questo dato viene confermato dalla presenza di polline di mais all'interno della cripta sepolcrale di Roccapelago. I dati paleonutrizionali, analizzati in chiave diacronica, evidenziano inoltre una variazione nel tempo del regime alimentare verso una dieta più ricca, con maggiori apporti di carne associata all'introduzione del mais nella dieta.

GB, FL, PT, RR, MBM

¹³ KATZENBERG 2008.

¹⁴ LUGLI 2014.

¹⁵ GIORGI *et al.* 2005.

¹⁶ WHITE, SCHWARCZ 1989.

Bibliografia

BRANDOLINI A., BRANDOLINI A. 2001, *Classification of Italian maize (Zea mays L.) germoplasm*, «Plant Genetic Resources Newsletter FAO», 126, pp. 1-11.

BURTON J. 2008, *Bone Chemistry and Trace Element Analysis*, in KATZENBERG M. A., SAUNDERS S. R. (Eds.), *Biological Anthropology of the Human Skeleton*, Second Edition, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, NJ, USA, pp. 443-460.

BURTON J., PRICE D.T., MIDDLETON W.D. 1999, *Correlation of Bone Ba/Ca and Sr/Ca due to Biological Purification of Calcium*, «Journal of Archaeological Science», 26, pp. 609-616.

CAZZOLA F. 1992, *L'introduzione del mais in Italia e la sua utilizzazione alimentare (secoli XVI - XVIII)*, in FOURNIER D. (Ed.), *La préparation alimentaire des céréales*, PACT, 26 (1991), pp. 109-127.

GIORGI F., BARTOLI F., IACUMIN P., MALLEGNI F. 2005, *Oligoelements and isotopic geochemistry: a multidisciplinary approach to the reconstruction of the paleodiet*, «Human Evolution», 20, pp. 55-82.

KATZENBERG M.A. 2008, *Stable Isotope Analysis: a tool for studying past diet, demography, and life history*, in KATZENBERG M. A., SAUNDERS S. R. (Eds.), *Biological Anthropology of the Human Skeleton*, Second Edition, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, NJ, USA, pp. 413-441.

KATZENBERG M.A., SAUNDERS S.R., FITZGERALD W.R. 1993, *Age differences in Stable Carbon and Nitrogen Isotope Ratios in a Population of Prehistoric Maize Horticulturists*, «American Journal of Physical Anthropology», 90, pp. 267-281.

LUGLI F. 2014, *Indagini paleonutrizionali tramite microanalisi in ablazione laser su reperti umani ossei e dentari: il caso della comunità modenese di Roccapelago (XVI-XVIII sec.)*, Tesi di Laurea Magistrale, Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia.

MARIANI-COSTANTINI R., MARIANI-COSTANTINI A. 2007, *An outline of the history of pellagra in Italy*, «Journal of Anthropological Sciences», 85, pp. 163-171.

NIELSEN S.P. 2004, *The biological role of strontium*, «Bone», 35, pp. 583-588.

RAYNOR G.S., OGDEN E.C., HAYES J.V. 1972, *Dispersion and Deposition of Corn Pollen from Experimental Sources*, «Agronomy Journal», 64 (4), pp. 420-427.

STALLER J.E. 2010, *Maize Cobs and Cultures: History of Zea mays L.*, Springer, Berlin Heidelberg.

VOGLER A., WETTSTEIN-BÄTTIG M., AULINGER-LEIPNER I., STAMP P. 2009, *The airborne pollen flow of maize (Zea mays L.) in a multi-crop designed field plot*, «Agricultural and Forest Meteorology», 149, pp. 1776-1780.

WHITE C.D., SCHWARCZ H.P. 1989, *Ancient Maya Diet: as Inferred from Isotopic and Elemental Analysis of Human Bone*, «Journal of Archaeological Science», 16, pp. 451-474.

Valeria David*

Monsampolo del Tronto e Roccapelago: due piccole comunità e le loro vesti fra XVI e XIX secolo

I lavori di restauro della chiesa della S.S. Assunta a Monsampolo del Tronto (Ascoli Piceno), eseguiti nel 2003, hanno permesso di rinvenire i corpi mummificati, e ancora quasi completamente rivestiti degli abiti, di venti abitanti della piccola comunità vissuti tra il XVII e il XIX secolo d.C.

La deposizione dei corpi dentro alla cripta della chiesa, insieme alle condizioni climatiche particolari della stessa che hanno inibito o limitato il processo di decomposizione cadaverica favorendo la mummificazione dei tessuti molli del corpo, hanno restituito una testimonianza che, insieme a quella di Roccapelago, costituisce un *unicum* nel contesto europeo.

L'interessante ritrovamento, che ha molti aspetti in comune con quello di Roccapelago, ha dato vita ad un progetto di recupero, finanziato con fondi europei P.O.R.

Dopo un lungo percorso di studi e di interventi conservativi sui reperti, durato più di dieci anni, nella primavera del 2013 è stato inaugurato un polo museale che conserva, nello stesso luogo del ritrovamento, cioè la cripta della chiesa dove furono rinvenuti, sia i corpi mummificati che le vesti restaurate.

L'eccezionale stato di conservazione dei reperti ha consentito lo studio delle vesti, attraverso il quale abbiamo potuto ricostruire e studiare gli aspetti della vita e del costume di questa antica comunità agricola. In particolare le ottime

condizioni di conservazione delle fibre tessili (canapa, lino e ginestra), che di solito si decompongono durante l'inumazione a causa dell'azione deteriorogena del terreno, che caratterizzava l'abbigliamento delle mummie di Monsampolo, ha permesso di ricostruire fogge, tecniche di cucitura, ricami e merletti degli abiti che indossavano i contadini delle comunità di quel territorio, dei quali si avevano soltanto testimonianze pittoriche.

Metodologia d'intervento

Il nostro laboratorio di restauro tessile, La Congrega, in collaborazione con la dott.ssa Thessy Shoenholzer Nichols, storica del costume, ha curato lo studio dei tessuti e il conseguente restauro, oltre alla ricostruzione di parti degli abiti che indossavano le mummie di Monsampolo.

La prima operazione eseguita nel nostro laboratorio di Ancona è stata la disinfestazione.

A questo scopo ci siamo avvalsi di un metodo che prevede la sottrazione dell'ossigeno per eliminare le forme di vita ancora presenti come insetti e altri parassiti. Durante questo intervento si è provveduto a conservare campioni di polvere e di terra deposti sugli abiti per eventuali analisi future.

I reperti recuperati sono stati inseriti singolarmente dentro delle buste create con una pellicola polibARRIERA a misura dell'oggetto che dovevano

* Laboratorio di restauro tessile La Congrega, Ancona.

contenere, e chiuse con un nastro sigillante biadesivo a base di gomma butilica, dopo aver inserito degli assorbitori di ossigeno capaci di ridurre la quantità, all'interno, al di sotto dello 0,1% così da produrre una disinfezione anossica.

La fase successiva è consistita nella separazione degli indumenti stratificati sui corpi. Si è passati poi alla spolveratura, allo scopo di rimuovere detriti, polvere e materiali di varia natura presenti sulla superficie degli abiti. Questa prima operazione ha dato ai tessuti degli abiti una nuova flessibilità e ci ha permesso di passare alla fase successiva, che è stata quella del lavaggio.

Dopo aver costruito delle vasche capaci di contenere gli abiti senza che le parti si sovrapponessero, si è provveduto a bagnare gradualmente le fibre, per poi procedere con breve ammollo in acqua contenente piccole quantità di detergente neutro. Quindi sono stati praticati risciacqui successivi fino a che l'acqua non diventava mano a mano più chiara. Si è potuto rilevare che le fibre hanno ben reagito al contatto con l'acqua.

Si è poi passati all'asciugatura degli indumenti avendo cura di non appiattare le superfici ma utilizzando supporti forati che permettevano il passaggio dell'aria anche dal di sotto. Si sono creati poi una sorta di rotoli a forma di "salsicciotti" di tulle inseriti dentro gli indumenti in modo da agevolarne il ripristino della loro forma originale. I capi così trattati hanno mostrato tutte le loro caratteristiche che erano occultate dalla polvere e dallo sporco che si erano depositati nel tempo.

L'ultima fase è stata compiuta in stretta collaborazione con la dott.ssa Thessy Shoenholzer Nichols che ha creato i supporti di lino per ricostruire fedelmente i modelli degli abiti.

Per la scelta del tessuto da usare per eseguire i supporti sui quali fissare i reperti originali ci si è avvalsi, in una prima fase, della banca dati, costituita da oltre tremila manufatti tessili appartenenti agli ultimi tre secoli, di cui il nostro laboratorio si è dotato, in base alla quale si era optato per tele che non avremmo avuto difficoltà a reperire trattandosi di tele tessute a telaio manuale come se ne sono prodotte nelle campagne marchigiane fino agli anni '50 - '60 del Novecento prima che, con l'avvento delle fibre sintetiche, i telai orizzontali di legno venissero bruciati nei camini o nelle stufe delle case coloniche.

Ci era sembrato, in questo modo, di disporre del materiale idoneo al nostro scopo: tele di 60 cm di altezza di composizione molto simile alle tele delle vesti originali, cotone in ordito e lino in trama oppure lino e canapa oppure puro lino. Ci siamo però resi conto che, data la foggia, ad esempio, delle sottane, ricche di pieghe sul retro del capo, l'uso di questi tessuti avrebbe appesantito eccessivamente gli abiti, gonfiandoli in maniera innaturale. La scelta è caduta allora, su un tessuto di puro lino, di produzione contemporanea in tre diverse riduzioni di fili per cm quadrato e con uguale cromatismo.

Il tessuto con la riduzione più alta, e quindi più compatto, è stato scelto per il gilet maschile e per lo spencer femminile. Il tessuto con la riduzione media è stato impiegato per le sottane e i grembiuli e il tessuto con la riduzione più bassa e quindi più rado, per le camicie. Ciò ha permesso di leggere con chiarezza il pezzo originale che, appoggiato sopra il supporto, appare in tutta la sua naturale ed originaria costruzione.

Si è scelto di ricostruire alcuni capi per permettere una più facile lettura di come fossero abbigliati gli abitanti del borgo. Se si fossero sovrapposti i vari capi, così come sono stati rinvenuti

durante lo scavo, la camicia femminile sarebbe stata nascosta dallo spencer, così come la gonna dal grembiule. L'insieme è risultato una composizione armonica e soprattutto ben fruibile in tutti i suoi elementi compositivi.

L'abbigliamento degli antichi abitanti di Monsampolo

Lo studio minuzioso dei capi di abbigliamento ha rivelato che la gente di Monsampolo, pur non essendo certo caratterizzata da una vita agiata, dimostrava di attribuire al momento della morte una grande importanza come si può desumere dalla cura che veniva riservata alla vestizione del defunto. Si osserva infatti che gli abiti con cui veniva vestito il defunto erano i più belli, gli stessi che probabilmente egli aveva indossato nei giorni di festa e nelle occasioni più importanti della vita.

Poiché le modalità di inumazione dei morti praticate dalla comunità di Monsampolo prevedevano una completa vestizione del cadavere, è stato possibile ricostruire come vestivano gli abitanti del luogo: le donne portavano la camicia, la sottana, il corpetto, la cuffia e, qualche volta, anche una giacca; gli uomini vestivano una camicia, i calzoni, il gilet e una giubba. Nella Fig. 1 sono riprodotte alcune fogge tipiche degli abiti indossati all'epoca dalle donne di Monsampolo, esposti nel cripta della chiesa locale della S.S. Assunta (Fig. 2).

Sarà interessante porre a confronto gli abiti dell'abbigliamento degli antichi abitanti di Monsampolo con quelli di Roccapelago per rivelarne le analogie come pure le naturali difformità legate alle diverse condizioni ambientali o a costumi, abitudini e stili di vita differenti.



Fig. 1 Fogge tipiche dell'abbigliamento delle donne di Monsampolo.



Fig. 2 *Gli abiti tipici delle donne di Monsanpolo esposti nella cripta della chiesa locale della S.S. Assunta.*

Annalisa Biselli*, Ivana Micheletti*

Abiti e sudari delle mummie di Roccapelago ed altre esperienze di recupero di abiti da sepolture

Il caso delle mummie di Roccapelago

Il nostro intervento di studio e conservazione degli abiti e dei sudari di cui erano rivestite le mummie rinvenute nella camera sepolcrale della chiesa di Roccapelago, ha avuto inizio nel 2011 con il primo sopralluogo, presso il Laboratorio di Antropologia del Dipartimento di Beni Culturali dell'Università di Bologna (Campus di Ravenna) dove i reperti erano conservati per gli studi in programma.

Le circa 60 mummie, alcune con gli abiti ancora ben conservati, altre con solo pochi frammenti di questi, erano state tutte riposte all'interno di sacchi in "tessuto non tessuto" e sistemate su supporti di polistirene. Questa soluzione 'di emergenza' attuata dagli archeologi con materiali inusuali, solitamente utilizzati in edilizia, si è rivelata preziosa nel permetterci di movimentare le mummie più volte e in sicurezza.

La grande quantità di reperti tessili rinvenuti a Roccapelago, pur nella frammentarietà che caratterizza il ritrovamento dal punto di vista vestimentario, rappresenta comunque un materiale di studio importante e unico, sia dal punto di vista storico-sociale e antropologico, sia per quanto riguarda l'aspetto merceologico e tessile. La specificità di trattamento tecnico che ha richiesto un ritrovamento di questo tipo, ci ha stimolato a ricercare nuove prassi di studio e di conservazione, messe a punto poi insieme alla

studiosa Thessy Schoenholzer Nichols con cui abbiamo condiviso tutta l'esperienza di questo progetto su Roccapelago.

La prima ricognizione, condotta sulla totalità delle mummie, è stata fondamentale per la raccolta delle informazioni che hanno determinato la scelta di svestirne una parte, conservandone intatta un'altra (12 mummie), e soprattutto si è rivelata determinante per la raccolta dei dati sartoriali e merceologici riportati nelle schede, prima in forma cartacea e poi informatica.

La prima scheda cartacea che è stata redatta riporta, oltre al numero identificativo dell'individuo corredato dall'unità stratigrafica di ritrovamento, tutte le osservazioni significative riguardanti la sovrapposizione dei tessuti: i punti di cucitura degli interventi di rammendo e di assemblaggio sartoriale, la presenza o meno di cimose del tessuto, gli ornamenti di merletti e ricami, la presenza di tessuti particolari, calze in maglia di lana, cinture, frammenti di gonne e pantaloni.

Si è osservato che, nella modalità di inumazione riscontrabile in ogni individuo, era uso vestire il defunto con una camicia direttamente a contatto col corpo che, con ogni probabilità, era parte dell'abbigliamento della vita quotidiana ed era stata più volte rammendata. Sopra veniva disposto il sudario, o abito di sepoltura, che ricopriva tutto il corpo, arricciato all'altezza dello scollo e dei polsi, senza ornamenti.

* R.T. Restauro Tessile - Albinea (Reggio Emilia).



Fig. 1 *Laboratorio di Antropologia di Ravenna: depolveratura, con aspiratori a velocità regolabile, di una delle mummie di Roccapelago..*

Gli abiti delle mummie sono stati sottoposti a depolveratura, con aspiratori a velocità regolabile (Fig. 1), effettuata in loco nel laboratorio di Ravenna. La stessa modalità è stata adottata anche quando si è deciso di non svestire l'individuo per conservarne la particolare postura o la gestualità: come mani giunte, piedi sovrapposti, braccia raccolte.

Gli indumenti, prelevati dai corpi svestiti, dopo la spolveratura e un'accurata documentazione fotografica dell'insieme e dei particolari più significativi, sono stati avvolti in fogli di carta velina, separando le diverse stratificazioni, e quindi riposti all'interno di scatole in cartone, non sigillate, chiuse con fettucce nella parte alta, per facilitare il passaggio dell'aria.

Le scatole sono state poi numerate per l'identificazione immediata dell'individuo/i di appartenenza e immagazzinate nel *caveau* del Dipartimento di Antropologia di Ravenna.

Una parte dei frammenti prelevati dalle mummie sono in attesa di essere sottoposti a un intervento di studio approfondito, mentre alcuni abiti, due in particolare, che conservano la forma del corpo, sono stati *musealizzati*, proprio perché la loro particolare tridimensionalità diviene un valore da preservare.

Il ritrovamento di un abito per bambino, significativo per la sua unicità, ci ha restituito interessanti notizie di carattere antropologico con riferimento alla comunità di Roccapelago ed anche di carattere sartoriale: vi si nota infatti una confezione accurata dei particolari decora-

tivi (Fig. 2), come il *volant* del colletto, finemente pieghettato, in tessuto leggerissimo e *ribordato* a punto avvolto, particolare che contrasta con la confezione, dal punto di vista sartoriale molto semplificata e approssimativa, forse dovuta ad un adattamento al momento dell'inumazione. Sia l'abito per bambino che altri reperti, come due copricapi in seta ed un frammento di polsino di camicia, sono stati sottoposti ad un intervento di pulitura e lavaggio a immersione, con ripristino della forma originaria, compromessa nel tempo.

Il nostro obiettivo è consistito nel raccogliere, attraverso pochi frammenti esemplificativi delle tipologie di tessuti ritrovati, il numero maggiore di informazioni possibili, per poterle poi confrontare con quelle provenienti da tutti gli altri reperti.

La ricorrenza di tipologie nelle vesti ci ha fatto scegliere una parte di camicia, ornata lungo lo scollo da un merletto (Fig. 3), per dare inizio alle operazioni di recupero e per creare una raccolta



Fig. 2 Roccapelago: particolari sartoriali di un abito per bambino.

di dati utili alla ricostruzione della modalità di confezione delle camicie in uso a Roccapelago. Alla svestizione, depolveratura e umidificazione graduale delle fibre è seguita la pulitura ad immersione in acqua addolcita e detergente neutro, il posizionamento su pannello con spilli entomologici e il ripristino della corretta ortogonalità. Queste operazioni hanno consentito il rilievo corretto del pezzo e la raccolta di tutte le informazioni utili: altezza del tessuto (cimose pre-



Fig. 3 Roccapelago: merletto allo scollo della camicia in fase di asciugatura.



Fig. 4 Misurazione e rilievo dei dati sartoriali della camicia.

senti), cuciture di giunzione dei teli, armatura, cucitura degli orli e di assemblaggio delle toppe. In questo modo si è concretizzato un insieme di informazioni, poi trasferite in un database, con le relative misure e la ricostruzione virtuale della camicia nelle parti mancanti (Fig. 4).

Precedenti esperienze di lavoro interdisciplinare, ci hanno aiutato a definire le linee guida nello studio dei tessili provenienti da corpi mummificati o da contesti archeologici sepolcrali. Tre altri casi, in particolare, sono stati fondamentali: la ricognizione canonica sulle reliquie della Beata Giovanna Scopelli e del Vescovo Augusto Bellincini, e quella sui reperti dei Santi Crisante e Daria, tutte conservate nel Duomo di Reggio Emilia¹

L'esperienza della spoglie della Beata Giovanna Scopelli

Le spoglie della Beata Giovanna Scopelli, morta nel 1491, hanno subito diversi spostamenti nel corso dei secoli, legati a cambiamenti storici, ed ovviamente le vesti che ricoprivano il corpo, sono state interessate da queste alterazioni. Probabilmente, rispetto alle notizie storiche pervenuteci, sono due le date determinanti, senza dimenticare, naturalmente, il dissotterramento della salma, avvenuto un anno dopo la morte di Giovanna ad opera delle consorelle e la deposizione in un' «*arca di odoroso cipresso*», alla sinistra dell'altare maggiore della chiesa da lei fondata, ovvero Santa Maria del Popolo a Reggio Emilia. In questa occasione si dice che il corpo fosse intatto, perfino nelle sue vesti, che, proprio per questa ragione, probabilmente sono

¹ PRODI *et al.* 2014.

state lasciate così com'erano dalle consorelle. Più tardi, intorno al 1600, venne costruita una cassa di «*finissimo argento... e da trasparenti cristalli si vede tutto il corpo coperto di candido ammanto di sopra e il volto di un finissimo velo...*»² (Fig. 5). Il 20 giugno 1789, la città di Reggio Emilia visse un momento caotico, per l'arrivo di tremila francesi. Le monache Carmelitane Bianche furono cacciate dal loro convento e si rifugiarono nel vicino monastero di S. Ilario. Poi, poco dopo, nell'agosto dello stesso anno, essendo stato soppresso anche questo, il corpo della Beata fu trasportato in Duomo. Il 3 luglio del 1803, a spese dei cittadini devoti, il corpo della Beata venne collocato sotto l'altare della Cappella Rangoni.

Questo fu certamente un momento di cambiamento rilevante nella vestizione del corpo, poiché diverso era lo spirito con cui le reliquie venivano percepite, e diversa era l'importanza con cui venivano accolte dalla collettività. Furono riservate grandi attenzioni al corpo della Beata, e si scelsero per lei tessuti molto preziosi, in particolare quello in seta bianca impressa, laminata in argento, con vistosi galloni in oro lavorato a fuselli ad effetto pizzo, e l'altro, quello che viene chiamato *scapulare di broccato* che in realtà è un raso di seta marrone, completamente ricoperto di fili dorati e argentati (laminato in oro, lanciato in oro, broccato in argento).

Attraverso queste vicende storiche è arrivata fino a noi la Beata Scopelli, ed è così che l'abbiamo



Fig. 5 *Salma della Beata Giovanna Scopelli: il volto coperto in taffetas di seta, con velo e corona.*

trovata, la prima volta che siamo state convocate per far parte dell'*équipe* di esperti che già stava lavorando a questo delicato intervento di ricognizione canonica e restauro delle reliquie della Beata³.

Fin dal primo momento, il gruppo di lavoro guidato da Mons. Tiziano Ghirelli, direttore dell'Ufficio Beni Culturali della Diocesi di Reggio Emilia, ha deciso di preservare il più possibile le vesti della Beata, e le indagini diagnostiche sul corpo mummificato sono iniziate solo attraverso una piccola fessura, attuata nei tessili che avvolgevano la salma (Fig. 6).

Per proseguire nello studio istologico e antropologico ci è stata affidata la svestizione, che è avvenuta rimuovendo ogni singolo tessuto che ricopriva a strati il corpo, cercando di conservare il più possibile i dati sartoriali (Fig. 7).

Inizialmente si è tolto il velo leggerissimo di seta, composto da due falde, una bianca e l'altra nera. Si tratta, quasi sicuramente, di una produzione

² AGOSTI, BORZIANI BONDAVALLI 1998.

³ Il Comitato per la ricognizione scientifico-canonica composto dal prof. Fulcheri, dalla prof.ssa Gualco, dalla dott.ssa Boano e dal dott. Ambrosetti ha condotto la ricognizione canonica sul corpo della Beata Scopelli predisponendo indagini scientifiche quali: TAC; ispezione paleopatologica; ispezione istologica-antropologica; esame radiologico alla ricerca dei tegumenti; esame microambientale (nella teca in cui il corpo è stato custodito per tanti secoli); esame della reliquia (mano destra contenuta nel reliquiario).



Fig. 6 *Salma della Beata Giovanna Scopelli: indagini diagnostiche sul corpo mummificato.*

bolognese, ed anche se è impossibile avanzare una datazione precisa per un *tessuto unito* di così ampia diffusione, va detto, comunque, che era proprio Bologna ad essere sede di una produzione di eccellenza del velo in due varianti principali, quello crespato e quello liscio, a partire dal '300 fino all' '800 e oltre⁴. Le monache erano 'consumatrici' abituali di questo tipo di manufatto, proprio perché il loro abbigliamento contemplava l'uso di ampi veli neri, a significare il voto di castità e la rinuncia alla mondanità. Nel caso specifico, la parte bianca del velo è legata all'ordine delle Carmelitane, dette Bianche proprio perché portavano un mantello bianco. Certamente quello da noi rimosso non è il velo originariamente posto sul capo della Beata, poiché testimonianze storiche antecedenti il 1625 (anno

in cui fu pubblicato il decreto di Urbano VIII, che proibiva il culto di chi non era canonizzato o beatificato dal papa) sostengono che, per molti anni dopo la sua morte, un carmelitano dispensò ai fedeli frammenti del velo che era stato tolto dal suo capo. Resta da stabilire se il velo sia stato tolto per metterne uno nuovo, in prossimità del '600, in occasione del trasferimento nella nuova urna, oppure successivamente, nel 1803⁵.

I tessuti più esterni alle spoglie sono quello bianco laminato d'argento e quello marrone liscio e broccato in oro e argento: prestigio è sinonimo di sfarzo, di ricchezza e di luccichio, e i tessuti della Beata rispondono perfettamente a questa esigenza, tipicamente ottocentesca. I tessuti esterni non sono prettamente da paramenti sacri: non hanno infatti nessun elemento di richiamo religioso. Si tratta, piuttosto, di manufatti per abbigliamento civile. Diversamente, nell'avvicinarci al corpo, la comprensione più profonda dell'interiorità della Beata e della sua religiosità, si esplicano perfettamente nella semplicità dei tessuti utilizzati per ricoprirlo. Rileviamo que-



Fig. 7 *Salma della Beata Giovanna Scopelli durante una fase dell'intervento di svestizione.*

⁴ NICOLINI, SABBATINI 1999; ROVERSI; CUOGHI COSTANTINI 2005.

⁵ AGOSTI, BORZIANI BONDAVALLI 1998, p. 19.

sto, sia nell'intreccio di base del tessuto, che nei materiali 'poveri' utilizzati. Immediatamente sotto ai tessuti più ricchi abbiamo trovato diversi strati di ovatta bianca, ad imbottire la superficie e, più sotto, un drappo in damasco di seta morello (il colore marrone rimanda all'abito delle carmelitane), databile alla prima metà del '600, che avvolgeva completamente il corpo, ed era stato cucito una volta stretto intorno alla Beata. Il motivo decorativo è caratterizzato da teorie di steli arcuati e incrociati, perlinati al loro interno, con foglie lanceolate e polilobate, fiorellino a corolla, melograno stilizzato e fiore a grappolo, che si alternano in verticale ad orientamento opposto (destra/sinistra), incurvati, entrambi i rametti compositi, verso il basso. Il tessuto appartiene alla particolare produzione tessile che, diffusa soprattutto nella prima metà del '600, si è elaborata sul modello tardo cinquecentesco del disegno cosiddetto "a mazze"⁶. Sia il motivo decorativo che alcuni dati relativi al tessuto, come le cimose perfettamente conservate e l'altezza del tessuto da cimosa a cimosa, hanno fornito



Fig. 8 Salma della Beata Giovanna Scopelli: il telo in damasco di seta morello che avvolgeva il corpo.

informazioni importanti sulla datazione del pezzo. L'aspetto quasi nuovo del tessuto e il perfetto stato conservativo, fanno pensare a un utilizzo specifico per avvolgere il corpo della Beata: non si tratta di un tessuto riutilizzato e prelevato da un manufatto già esistente, ad esempio un abito o un elemento di arredo sacro o civile, segno, questo, della grande importanza e del rispetto riservati alle reliquie della Beata Giovanna Scopelli. Il drappo non è stato interessato da attacchi di tipo biologico e microbiologico, e non ha subito scoloriture o viraggi di colore dovuti alla prolungata esposizione alla luce, essendo protetto dagli abiti soprastanti, e nemmeno ha subito tensioni di alcun tipo, essendo semplicemente cucito intorno al corpo in posizione orizzontale: questo spiega lo stato di conservazione inalterato (Fig. 8).

I tessuti ritrovati al di sotto del drappo di damasco sono tutti di colore bianco e realizzati in lino, con *armatura tela*, che è l'intreccio tecnicamente più semplice: questo ci riporta nuovamente all'idea di semplicità e di essenzialità. Il colore bianco, inoltre, posto vicino al corpo, non è ovviamente una scelta casuale, per l'idea di purezza e castità che racchiude in sé.

Si tratta di due *camisole*, la più esterna confezionata con un filato dal titolo minore, ovvero più spesso, appariva ornata con piccoli bordi in merletto ad ago lungo lo scollo, sui fianchi e ai polsini (Fig. 9a-b).

Presentava inoltre tagli non rifiniti, all'altezza dello scollo e delle spalle, per permettere di adattarla al corpo e non vestiva le braccia della Beata, le maniche sempli-

⁶ DEVOTI, CUOGHI COSTANTINI 1993, p. 120, fig. 62; p. 124, fig. 74.



Fig. 9 *Beata Giovanna Scopelli: a) merletto ad ago lungo lo scollo della camicia più esterna; b) merletto ad ago sui polsini della camicia più esterna.*

cemente erano incrociate sul davanti. La camicia a diretto contatto del corpo, in tessuto più fine e sottile, ricopriva anche le braccia ed era dotata di laccetti che ci hanno permesso di sfilarla con più semplicità (Fig. 10).



Fig. 10 *Beata Giovanna Scopelli, la camicia più vicina al corpo.*

Vi era inoltre un tessuto che ricopriva il corpo, dalle ginocchia fino alle caviglie, in tela di lino bianca con merletto lungo i bordi, cucito a due calzature sovrapposte, realizzate con gli stessi tessuti degli abiti: seta bianca laminata, uguale al manto per quelle più esterne, e seta marrone broccata e lanciata in oro e argento, uguale allo scapolare, per quelle più interne.

Alla testa della Beata è stata riservata un'attenzione particolare: oltre alla cuffietta esterna, in tela di lino bianca con laccetti e il *soggolo* in tela di lino plissettata⁷ vi erano altri elementi, sempre in bianco, ma di diverso materiale: un leggero *taffetas* di seta per il tessuto posto a ricoprire il viso e trattenuto da due nastri, anch'essi in finissimo *taffetas*, simili a quello che tratteneva la mandibola, legandosi alla parte superiore del cranio. Il tessuto rettangolare posto sul petto e i frammenti utilizzati per 'riempire' gli spazi vuoti della mascella, sono in *taffetas* di seta bianco, mentre le cavità orbitali e nasali sono state occluse mediante frammenti di velo nero e bian-

⁷ Soggolo: tela di lino plissettata, riduzione: 12 fili di ordito al cm, 12 fili di trama al cm.

co-giallo, simili a quelli che ricoprivano esternamente le reliquie⁸.

Una volta sfilato l'ultimo abito a contatto col corpo, ed iniziata l'analisi degli esperti, è stata ritrovata una sorta di 'benda' realizzata in sottile tela di lino bianca, che riuniva all'altezza del gomito l'omero destro con le ossa dell'avambraccio. Questo ritrovamento è interessante perché ci rimanda alla possibilità che sia reale il racconto del dissotterramento del corpo della Beata ad opera di una consorella a cui era molto legata che, nel tentare l'impresa, staccò parte del braccio destro, per cui inizialmente desistette dall'impresa, e solo dopo una visione della Beata che la esortava a terminare l'azione, la portò a termine con l'aiuto delle altre monache.

L'esperienza delle spoglie dei Santi Crisante e Daria

La ricognizione canonica sulle reliquie dei Santi copatroni di Reggio Emilia, Crisante e Daria, conservate nella cripta del Duomo, ci ha coinvolto nello studio del tessile che avvolgeva e conteneva i reperti ossei⁹.

Il tessuto in lino bianco, datato al radiocarbonio tra il 680 e l'890 d.C., è riconducibile con ogni probabilità al frammento di una tovaglia da altare, essendo pratica non insolita quella di avvolgere le reliquie in biancheria di questo tipo. Il piccolo rammendo che troviamo sul telo, eseguito con una certa perizia, ci indica come questo tessile, già in uso da tempo, fosse tenuto in

alta considerazione e scelto come primo materiale con cui proteggere i resti sacri.

Al momento del ritrovamento, il telo si presentava con il rovescio del tessuto a vista, e il diritto a stretto contatto con i reperti ossei (Fig. 11a-b-c). Era ricoperto da uno spesso e diffuso strato di polveri di diversa natura, con le fibre costitutive disidratate e degradate, con parti lacunose e residui dovuti alla macerazione di un'area del telo venuta a contatto con la cassetta di legno contenente i resti ossei, a sua volta interessata da marciume. All'apertura dell'involucro si è rivelata la forma molto singolare del tessile: sui lati verticali il bordo è apparso tagliato in dritto filo, ripiegato verso l'interno con particolare cura e cucito con piccoli punti regolari ravvicinati tra loro; sui lati orizzontali, invece, il tessuto mostrava una forma sinusoidale, ottenuta con un taglio approssimativo e irregolare, senza nessun orlo. Questo ci porta a supporre che il telo sia stato adattato all'uso di involto protettivo delle reliquie, in modo frettoloso e senza una particolare perizia sartoriale.

Il motivo decorativo rimanda alla sacralità del contenuto e del contenitore stesso, presentando all'interno del reticolato romboidale, che funge da base del decoro, animali simbolici fortemente stilizzati rivolti verso sinistra, tra cui sono riconoscibili il cervo il grifone e il drago, circondati da croci che campiscono la quasi totalità dei rombi (a loro volta decorati all'interno da minute croci). In 15 rombi troviamo al centro la croce, mentre in altri sono descritte forme geometriche

⁸ Velo nero esterno: orditi seta, colore nero, due capi, torsione Z; trame seta, colore nero, due capi, torsione Z; Velo bianco esterno: orditi seta, colore bianco, due capi, torsione Z; trame seta, colore bianco, due capi, torsione S; Velo nero cavità orbitali: orditi seta, colore nero, due capi, torsione Z; trame seta, colore nero, due capi, torsione Z, titolo minore del velo nero esterno (maggiore spessore del filato); Velo bianco-giallo cavità orbitali: orditi seta, colore bianco-giallo, due capi, torsione Z; trame seta, colore bianco-giallo, due capi, torsione Z, titolo minore del velo nero esterno (maggiore spessore del filato).

⁹ FULCHERI *et al.* 2014.



a



b

Fig. 11 a-b) I resti dei Santi Crisante e Daria durante la ricognizione canonica; c) il telo avvolgente i resti dei santi durante la fase di microaspirazione.



c

meno identificabili (pesce e testa antropomorfa) (Fig. 12a-b).

A chiusura del reticolato si dispongono verticalmente, lungo i margini laterali, due cornici geometriche caratterizzate da una sequenza di forme a svastica da cui si dipartono in sequenza, apparentemente casuale, forme che potrebbero

suggerire il bastone pastorale, convergenti verso il centro. L'individuazione del modulo del disegno risulta incompleta, sia perché l'area centrale è interamente lacunosa, sia perché non vi sono parti dell'opera che si ripetano regolarmente in maniera identica.



Fig. 12 *Il telo avvolgente i resti dei Santi Crisante e Daria: a) particolare; b-c) rilievo grafico del disegno del telo.*



All'apparente regolarità e semplicità del decoro, si contrappone la grande minuzia della tecnica esecutoria dell'opera, realizzata in lino bianco a fili doppi, con un effetto bianco su bianco che crea un leggero rilievo di sorprendente raffinatezza¹⁰.

Ogni singola forma geometrica si differenzia negli elementi decorativi di campitura e nelle dimensioni, nonché nella distanza che separa le une dalle altre. Dal punto di vista strettamente tecnico la mancanza di cimose e la non rilevanza del modulo di disegno, unite alla particolarità del decoro e della tecnica, impediscono di collocare il tessuto in una manifattura particolare e, conseguentemente, in un'area geografica precisa. La fibra di lino che costituisce sia il fondo del tessuto che il decoro, evidenzia nella parte non interessata dal degrado una certa solidità, resistenza e compattezza, permettendo un'ottima leggibilità del disegno. Sono osservabili a chiusura del telo punti di cucitura realizzati senza particolare cura, in lino di *titolo* e colore diverso: uno più spesso e nocciola, uno bianco simile al precedente, ed infine uno in lino bianco di *titolo* maggiore (più sottile) dei precedenti. Il tessuto è stato sottoposto a un intervento di conservazione comprendente depolveratura (trattenendo parte delle polveri per le analisi) e pulitura in acqua addolcita con detergente neutro in bassa concentrazione. Ripristinata la corretta ortogonalità delle fibre, il frammento è stato supportato totalmente su velo di seta tinto in *nuance* idonea, con punti di cucitura in filo di

seta. Infine, sono stati conservati interamente i dati storici delle cuciture e dei rammendi.

L'esperienza delle spoglie del Vescovo Augusto Bellincini

In occasione dei lavori per il recupero della cripta del Duomo di Reggio Emilia, iniziati nel 2008, siamo state chiamate ad effettuare un sopralluogo, il 23 febbraio 2009, per visionare i reperti tessili che avvolgevano uno dei Vescovi più importanti della città: Augusto Bellincini, Vescovo di Reggio Emilia dal 1674 al 1700. La situazione disagiata in cui siamo state costrette ad operare ci ha impedito uno studio approfondito dei tessili, ma ha permesso comunque l'individuazione della stratificazione degli abiti da 'Messa Solenne' con cui era abbigliato il Vescovo nel sepolcro (Fig. 13a-b). Nella parte più vicina al corpo abbiamo individuato i resti di una talare con collo in diagonale di seta, polsi in raso di seta e bottoncini nella parte centrale e nei polsi, di cui rimangono due fasce nel mezzo che arrivano fino ai calzari, oltre ad una parte dello scollo e dei polsi. Il resto, probabilmente in lana, si è degradato in numerosi frammenti in lana sparsi. Vi erano inoltre due camiciole di seta (*taffetas* o *gros de Tours*), il cingolo in seta policroma, con nappa a sinistra, calzari in *gros de Tours* di seta con bordo definito da nastri sotto al ginocchio e pantofole di cuoio. Nella parte più esterna le reliquie erano ricoperte da una pianeta, da una stola e da un manipolo posto sul braccio sinistro,

¹⁰ A conclusione di un lungo lavoro di studio e analisi tecnica del tessile è stato stabilito che la tecnica di esecuzione è a telaio: si tratta di una tela di lino spolinata con riduzione di 30 fili di ordito al cm e 20 fili di trama al cm.

Segue scheda tecnica dei filati costitutivi del tessuto, di cucitura e di rammendo. *Fondo*: orditi: lino, colore bianco, x capi, torsione Z; trame: lino, colore bianco, x capi, torsione Z; *Opera*: trame: lino, colore bianco, 2 capi, torsione Z (due fili ognuno x capi torsione S, avvolti con torsione Z); *Fili di cucitura*: 1) lino, colore nocciola, 2 capi, torsione S; 2) lino, colore bianco, 2 capi, torsione S (titolo minore); 3) lino, colore bianco, 2 capi, torsione S (titolo maggiore); *Fili di rammendo*: lino, colore bianco, 2 capi, torsione S.



Fig. 13 a-b) Cripta del Duomo di Reggio Emilia: gli abiti del Vescovo Augusto Bellincini.

in damasco di seta, in un colore giallastro molto alterato dalle condizioni ambientali, databile al secondo quarto del secolo XVII, con decoro a turibolo e forma di sole antropomorfo¹¹.

A ricoprire le mani erano un paio di guanti in *taffetas* di seta marrone con gallone applicato a croce sul dorso, realizzato a fuselli in argento filato, databili alla fine secolo XVII, arricchiti da un anello in argento con la gemma mancante, che sono stati interessati da un piccolo intervento di depolveratura e di prima conservazione all'interno del nostro laboratorio, e poi immagazzinati in attesa di effettuare un più accurato intervento di restauro (Fig. 14).



Fig. 14 Cripta del Duomo di Reggio Emilia: i guanti appartenuti al Vescovo Augusto Bellincini.

¹¹ DEVOTI, CUOGHI COSTANTINI 1993, p. 138, figg. 121,122; RIGONI 1993, p. 326.

Bibliografia

AGOSTI G., BORZIANI BONDAVALLI G. 1998, *Beata Giovanna Scopelli Vergine Reggiana (1439-1491)*, «Bollettino Storico Reggiano», fascicolo 99, Reggio Emilia.

CUOGHI COSTANTINI M. 2005, *Impalpabili orpelli della moda: i veli di seta bolognesi*, in CUOGHI COSTANTINI M., SILVESTRI I. (a cura di), *Il filo della storia. Tessuti antichi in Emilia-Romagna*, IBACN Regione Emilia-Romagna, Bologna, pp. 117-120.

DEVOTI D., CUOGHI COSTANTINI M. (a cura di) 1993, *Musei civici di Modena. La collezione Gandini. Tessuti dal XVII al XIX secolo*, Franco Cosimo Panini Editore, Modena.

FULCHERI E., CINTI A., AMBROSETTI F., PILLI E., CALCAGNILE L., QUARTA G., CAMELLINI L., BALLABENI M., CAVALCHI M., MARTINELLI G., SALA O., PORTA D., NICOLI F., BOANO R. 2014, *La ricognizione scientifica dei santi Crisante e Daria*, in PRODI P., WATAGHIN CANTINO G., MUSSINI M. (a cura di), *La cattedrale di Reggio Emilia. Studi e ricerche. Haec Domus surgit tibi dedicata*, Skira, Milano, 2014.

NICOLINI S., SABBATINI S. 1999, *Il velo di seta nella pittura europea*, «Scuola Officina», Museo del Patrimonio Industriale, Scuola Officina n. 1.

PRODI P., WATAGHIN CANTINO G., MUSSINI M. (a cura di) 2014, *La cattedrale di Reggio Emilia. Studi e ricerche. Haec Domus surgit tibi dedicata*, Skira, Milano.

RIGONI C. 1993, in ERICANI G., FRATTAROLI P., *Tessuti nel Veneto Venezia e la Terraferma*. Arnoldo Mondadori Editore per Banca Popolare di Verona, p. 326.

ROVERSI G., *Com'erano eleganti le bolognesi del '500*, in *Bologna capitale della seta*, http://www.soloseta.it/seta_bo7.html.

Thessy Schoenholzer Nichols*

Un protocollo unificato per tessili e abiti provenienti da sepolture

A seguito di un colloquio avuto nell'autunno del 2012 con il prof. Giorgio Gruppioni e il dott. Donato Labate, sono stata invitata a visionare i resti tessili appartenuti a sessantadue mummie rinvenute nella cripta sepolcrale della chiesa di Roccapelago, conservati presso il Laboratorio di Antropologia e del DNA Antico dell'Università di Bologna-Campus di Ravenna.

In quel periodo stavo già studiando gli abiti delle mummie di Monsampolo del Tronto, in provincia di Ascoli Piceno nelle Marche e mi è stato subito evidente che esistevano chiare analogie fra i due contesti. Oltre a riguardare un complesso sociale di umile estrazione, i materiali delle vesti di Roccapelago erano quasi esclusivamente di fibre vegetali. Fin dalla prima visita ai tessuti, sono stata affiancata dalle mie colleghe restauratrici di RT Restauro Tessile di Albinea (RE), la cui proficua collaborazione è stata fondamentale nell'affrontare un lavoro che si configurava essere molto impegnativo.

Documentando mummia per mummia, congiuntamente agli antropologi, ci siamo immediatamente rese conto quanto la loro metodologia di analisi fosse estremamente avanzata; il loro protocollo di intervento consentiva di fornire immediatamente risposte di carattere generale, per poi permettere in seguito un'elaborazione interpretativa più fine, anche senza avere i reperti sottomano.

Durante gli anni successivi si è sviluppata una stretta collaborazione fra le varie discipline, con una condivisione dei risultati emergenti, a mia memoria senza precedenti. La multidisciplinarietà ha fornito a tutti i partecipanti l'opportunità di imparare da altre realtà, e questo ha permesso di suggerire nuove ulteriori direzioni di ricerca.

Assieme al personale di RT Restauro Tessile, abbiamo redatto un questionario preliminare, prima di svolgere la prima analisi, per permetterci una veloce raccolta di dati (Fig. 1). Alla prima

Mummia	oggetto	materiale	misure	tecnica	colore	confezione	punti di cuciture	decorazione	altro	Dataz.	stato di conservazione	Rif Foto
Strato 1												
Strato 2												
Strato 3												
Strato 4												
Strato 5												
Altro												
Copertura testa												

Fig. 1 Questionario per gli indumenti delle mummie di Roccapelago.

* Polimoda Firenze, Fashion Institute of Technology of New York State.

analisi sulle mummie abbiamo visionato e studiato diversi corpi, praticamente tutti vestiti da camicie e sudari. Alcuni di questi erano talmente sporchi ed in precario stato di conservazione, così che un'analisi anche parziale, è apparsa subito infattibile.

Il questionario preliminarmente predisposto, non si è rivelato conclusivo e soprattutto non era esaustivo rispetto alle esigenze del caso in esame. Via via che affrontavamo il problema, sono naturalmente emersi nuovi importanti quesiti a cui dover rispondere, e soprattutto in modo più pertinente: in che modo e perché doveva essere svolta questa indagine; le finalità ultime dello studio; quale informazioni erano coerenti con l'obiettivo; come si sarebbe dovuto articolare un simile studio oggi e in futuro.

Durante questa collaborazione abbiamo seguito una sorta di *crash course* su come affrontare il problema di reperire informazioni immediate, su una grande quantità di tessili: ci è così sembrato utile se non addirittura doveroso, affrontare in questa sede l'argomento della documentazione immediata e successiva, di questi particolari manufatti. I primi risultati e la prima carrellata di fotografie sugli indumenti di Roccapelago sono stati riorganizzati e inseriti in una matrice Excel, per consentire di trarre le

prime conclusioni. Abbiamo inoltre migliorato il questionario, alleggerendolo e lasciando solo i quesiti utili per poter formulare un confronto immediato fra le singole mummie. È stato importante individuare velocemente il grado di completezza dell'indumento, evidenziandone la frammentarietà, oppure l'assenza di tessili per singolo individuo. Un altro punto immediatamente repertato, è stata la presenza o meno di merletti, ricami, colli, polsini, calze e altri accessori. Queste risposte, registrate in una scheda di confronto, hanno permesso di fare emergere immediatamente, quali mummie fossero di grande importanza sotto il profilo tessile, quindi quelle da studiare prioritariamente rispetto ad altre indagini.

In questa sede affronterò svariati modi di studiare indumenti provenienti da contesti archeologici, esponendo per ognuno le peculiarità. Talvolta capita di dover studiare e identificare oggetti tessili o capi di abbigliamento provenienti da tombe, soltanto tramite fotografie, spesso non di buona qualità (Fig. 2). La conoscenza della storia dell'abbigliamento, del luogo geografico e degli stili di vita sono fondamentali per affrontare proficuamente quella che può essere l'identificazione stilistica del capo o del lacerto di tessile in esame. Tuttavia, questa non potrà



Fig. 2 Palermo, Tomba Aragona Tagliavia: evidenza di marsina e gilé maschile.

mai essere conclusiva, perché è bene non dare nulla per scontato essendo le variabili molteplici, ma resta comunque sufficiente per un primo inquadramento.

In passato mi sono capitate fotografie in analisi, talmente buone e macroscopiche, che paradossalmente il soggetto stesso della foto era di più difficile valutazione e comprensione. È stato così ad esempio per le nappe altomedievali di Benevento, minuscole, rarissime e molto degradate, per le quali ho analizzate la decorazione e la confezione, pur non avendole mai viste dal vivo. Essendo sferiche, la tridimensionalità era di più difficile percezione sulle immagini e l'incertezza nell'analisi prendeva spesso il sopravvento. Fortunatamente il lavoro multidisciplinare di ricerca è durato diversi anni¹; questo ha favorito interpretazioni del ricamo e della fattura provvisorie e fluide, che potevano subire modificazioni grazie al confronto con altre professionalità durante l'intero arco di tempo dello studio, anche perché non si aveva a disposizione una letteratura di riferimento che trattasse di nappine di quest'epoca lontana. Questo prova ancora una volta che la lettura dell'oggetto può essere interpretata o compresa in vari modi, a seconda della

mente che si approccia allo studio e alla conoscenza tecnica ed esecutiva dell'oggetto (Fig. 3). Capita a volte che l'oggetto sia così fragile, che risulti difficile manipolarlo per ispezionare l'interno, l'esterno, il davanti e il dietro; in questi sfortunati casi ci si può basare solamente sull'osservazione diretta dell'oggetto, senza alcuna manipolazione, aiutandosi con foto e filmati per cercare di coglierne comunque le peculiarità, non fisicamente raggiungibili. Se invece è possibile studiare ed individuare le fibre, i colori e i decori, attraverso piccoli frammenti, le misure sono molto più difficili da recuperare; è comunque sempre possibile riferirsi a misure *standard* e processare i dati con *software* dedicati, anche molto semplici (Fig. 4).

Ad esempio, senza spostare e maneggiare i cosciali² di Francesco Maria I della Rovere duca di Urbino, sepolto nel 1538, è stato possibile ricostruire un cartamodello. Avendo poi un cartamodello a disposizione è stato possibile ricostruire in tela i cosciali e farli indossare da un modello, per meglio comprendere un altro aspetto fondamentale dell'abbigliamento: l'ergonomia³, cioè la capacità del capo tessile nell'asscondere e facilitare l'attività e il movimento

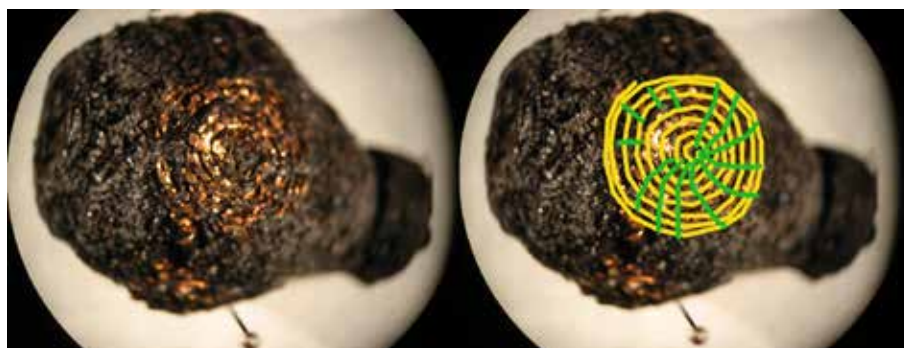


Fig. 3 Ricostruzione della decorazione superficiale di un elemento accessorio particolarmente degradato e di difficile lettura.

¹ GIULIANI *et al.* 2013.

² LANDINI ORSI 2011, p. 69.

³ SCHOENHOLZER NICHOLS 2009.

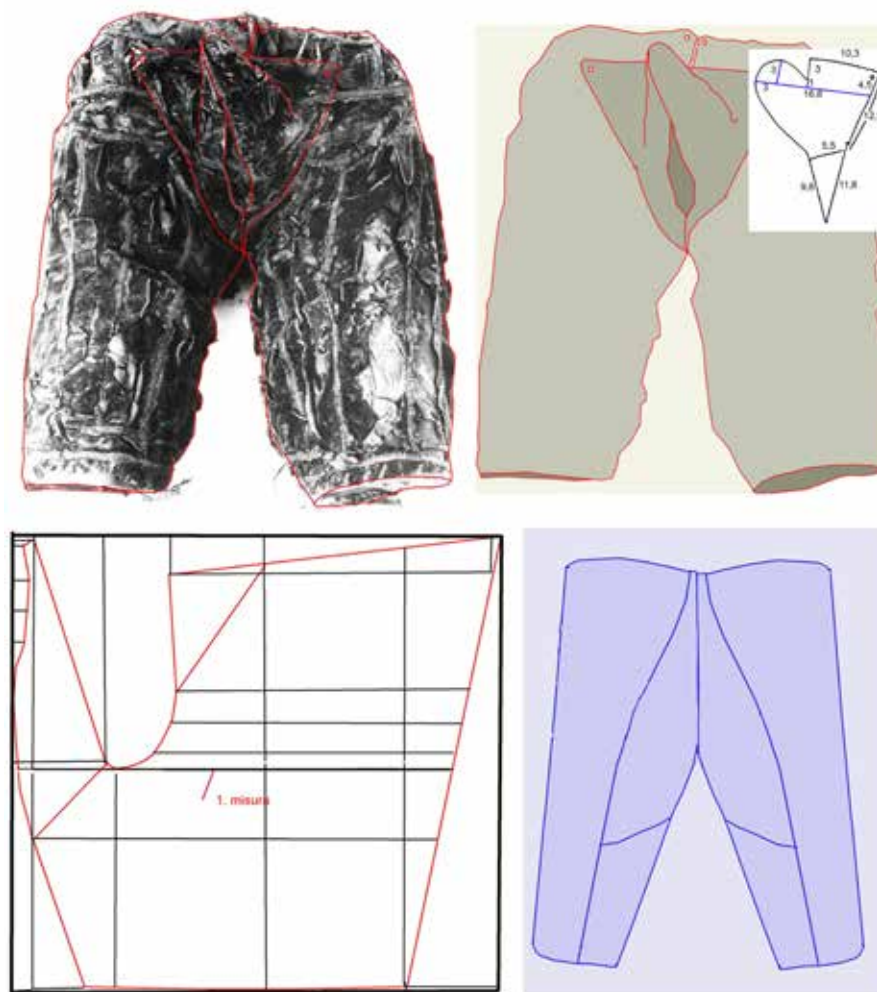


Fig. 4 *Francesco Maria I della Rovere, duca di Urbino: cosciali, patta, cartamodello, ricostruzione virtuale della parte posteriore.*

di chi lo indossava. Nel caso specifico, la parte posteriore aderente e il cavallo dei cosciali, facilitava il cavaliere a stare comodamente in sella e a cavalcare⁴.

Attribuire una datazione ai tessili da contesto archeologico è spesso operazione difficoltosa, se ci si basa solamente sul dato archeologico o radiometrico, specie se essa non supera i cinquecento anni; la metodologia più corretta, in questi casi, è la valutazione comparata della foggia dell'abito, del modello e la relativa datazione fornita dagli esperti; solo in questo modo è possibile trar-

re delle conclusioni abbastanza attendibili sulla diacronia dei tessuti. È questo il caso specifico di molti individui mummificati provenienti da Roccapelago, ma anche di alcuni casi da Monsampolo del Tronto nelle Marche, in cui alcuni individui furono infatti sepolti con abiti di tutti i giorni, altri con abiti della festa. La datazione attribuita alla cripta cimiteriale di Roccapelago, colloca le mummie tra la fine del Cinquecento e la fine del Settecento, una donna anziana deceduta e tumulata alla fine del Settecento ad esempio, indossava sottana, calze e grembiule della

⁴ Questo tipo di calzoni o cosciali possono essere ammirati sugli affreschi di Giorgio Vasari, 'La Battaglia di Scannagallo' nel palazzo del Cinquecento a Firenze.

metà dello stesso secolo, mentre la camicia non corrispondeva a questa datazione, apparendo decisamente più antica. Quest'ultimo indumento era infatti delicatamente ricamato e impreziosito con merletti tipici della fine del Cinquecento, il tutto ottimamente confezionato.

Dopo il lavaggio⁵ oltre alla lettura perfetta del merletto a fuselli, si è resa visibile anche una treccina con *picot* lungo il bordo esterno, che arricchiva il merletto in quattro punti dello scollo (Fig. 5). Questa treccina stretta è stata lavorata con cinque cappi sulle dita, tecnica conosciuta e utilizzata in tutta Europa dal Medioevo fino al

e trattandosi di un indumento a fibre vegetali forti, questo non abbia particolarmente sofferto durante i decenni. In realtà non dovrebbe sorprenderci affatto questa abitudine, giacché ancora oggi non è inusuale trovare nei mercatini del *vintage* camicie da giorno, da notte, lenzuola con merletti e ricami della metà dell'Ottocento, ancora in perfette condizioni.

La conclusione che si può trarre da quanto appena esposto, è che la preparazione dello studioso di costumi e tessili deve essere quanto più possibile dilatata a tecniche e modalità il più possibile ampie e complete nello spazio e nel tempo.



Fig. 5 Monsampolo del Tronto, Mummia 21: merletto e camicia con intreccio a cappio davanti e dietro.

pieno Seicento, termine dopo il quale tale tecnica fu abbandonata⁶. Utilizzando quindi due aspetti peculiari quali il merletto e la rifinitura, è stato possibile datare l'indumento con certezza. Tuttavia la domanda circa il perché una donna anziana, sepolta alla fine del Settecento, indossasse una camicia rinascimentale, con uno iato cronologico di 150/180 anni, appare di difficile soluzione. È probabile che la camicia sia stata tramandata di generazione in generazione

Trecce piatte e quadrate, come quelle poco sopra ricordate, sono state recuperate in tutti i livelli stratigrafici di Roccapelago, anche se spesso solo in frammenti. Sono state inoltre recuperate trecce che raccoglievano le ciocche e le trecce dei capelli, che venivano spesso legate con pezzi di tessuto; questi piccoli tessili, che fanno parte delle tecniche *offloom*, cioè tessili lavorati senza telaio, appaiono ben testimoniati nella realtà antica di Roccapelago. Forse non *offloom* ma tra-

⁵ Restauro (2009-2013) eseguito dal Laboratorio di restauro tessile La Congrega, Ancona.

⁶ Studiosi come Noémi Speiser (SPEISER 2000) hanno riproposto questa lavorazione, per sensibilizzare lo studio tessile e del costume. Oggi sappiamo che tale tecnica era diffusissima in tutta l'Italia, su tutti ceti sociali, per la produzione di lacci, decori o rinforzi.



Fig. 6 *Bottoni in filo: destra Monsampolo del Tronto; sinistra Roccapelago.*

vail à l'établie, cioè lavorato a mano, si possono definire i minuscoli (1 cm di diametro) bottoni in filo, che ornavano i polsi e i colli delle camicie di Roccapelago e di Monsampolo del Tronto. La loro lavorazione è simile e ugualmente curata; si tratta in molti casi di nodi, come il cosiddetto “pugno della scimmia”, punti a nodini o punti di ricamo (Fig. 6). Grazie al recupero di alcuni bottoni rotti, è stato altresì possibile definire meglio la loro manifattura interna, che è risultata costituita da strisce di pergamena o di pelle arrotolate che andavano a formare l'anima del bottone. È stato possibile in alcuni casi ricostruire i bottoni, una vera riscoperta di tecnica e sapienza oramai dimenticata, anche se si è pienamente consapevoli che pur avendone riconosciuto la struttura, non sapremo realmente mai la tecni-

ca esecutiva di questi manufatti. È comunque indubbio che i numerosi esempi di merletti a fuselli a fili continui negli scollati e ai polsi delle camicie femminili, ci abbiano permesso di conoscere come questa produzione fosse presente a Roccapelago. I merletti recuperati sono di semplice fattura e sono stati prodotti utilizzando, nella maggior parte dei casi, da 15 a 26 paia di fuselli; i motivi ricorrenti sono geometrici, a rombi, con strisce, a zig-zag, quadrati, il tutto ricompreso all'interno di un fondo esagonale composto a treccine, espressioni di un chiaro gusto di fine Seicento, pieno Settecento. Queste manifatture non sono state acquistate su mercati lontani, ma sono state prodotte sul luogo; il bordo di questi merletti, infatti, non è mai regolare nella ripetizione dei rapporti e i motivi cambia-

no spesso; si può quindi ipotizzare che la merlettaia non usasse un fondo disegnato, ma seguisse molto più probabilmente le righe o i quadrati del tessuto, oppure utilizzasse un cartone con l'intera superficie traforata, che copriva il tombolo sicuramente cilindrico (Fig. 7). Era nelle facoltà della merlettaia decidere come realizzare il merletto, stabilendone l'altezza, i punti ed i motivi, gestendo autonomamente le eventuali variazioni dettate dal suo personale gusto.

La reale testimonianza ed il vero valore di questi merletti sta proprio nella testimonianza del gusto personale e della libertà esecutiva dell'artigiana nel crearli. A questo punto, si aprono alcuni scenari: vi era totale libertà espressiva? Si creavano motivi nuovi non collegati agli schemi passati? La produzione di questi merletti, aveva un fine esclusivamente commerciale? Da dove derivava la conoscenza di quest'arte? Inoltre, era una prerogativa di tutte le donne, oppure esistevano poche e selezionate artigiane a cui rivolgersi? Certamente le risposte non potranno derivare dal solo caso di Roccapelago anche per il quale sarà necessario ampliare il campione di studio e

di confronto; di certo i merletti recuperati a Roccapelago, al momento, hanno il merito di aver generato nuovi stimolanti quesiti a cui i ricercatori dovranno rispondere. A questo proposito, lo studio eseguito su circa 20 oggetti tessili di Monsampolo del Tronto, ha evidenziato l'abitudine consolidata di utilizzare le fibre di lino, canapa e ginestra per confezionare camicie, abiti e accessori. L'analisi preliminare delle camicie recuperate a Roccapelago ha evidenziato soprattutto l'uso della canapa per la confezione delle camicie e dei sudari. Lo studio della tessitura nella produzione di Roccapelago, ha rivelato un egual numero di trame e orditi per centimetro per quanto riguarda le camicie e la stessa altezza del tessuto era soggetta a scarse variazioni.

Diverso è il discorso sui sudari, che sono stati realizzati grossolanamente con maglie piuttosto larghe nella tessitura generale. I fili utilizzati per le cuciture sono generalmente in fibre vegetali, prodotti tramite una filatura piuttosto irregolare; durante le fasi di scavo della cripta non sono stati trovati utensili quali arcolai, aghi o forbici, che potrebbero aiutarci nella comprensione



Fig. 7 Merletti a fuselli a fili continui, lavorato a tutto campo, e frammenti di merletti di Roccapelago.

di come avveniva la confezione di questi capi di abbigliamento. I punti di cucitura repertati sulle camicie sono assimilabili ad altri esempi dello stesso periodo, anche su capi appartenenti a ceti sociali più elevati⁷; è indubbio, quindi, che esistessero metodi di lavorazione precisi per garantire un lungo utilizzo, a prescindere dal materiale utilizzato o dalla foggia finale del capo.

Sempre riguardo alle camicie recuperate a Roccapelago, è emerso un altro particolare interessante: la grande quantità di riparazioni effettuate. Questa particolarità non si segnala invece negli esemplari provenienti da Monsampolo del Tronto, dove le camicie analizzate non presentano riparazioni. I rattoppi applicati in vari punti della camicia, spesso soprammessi, concordano con l'età dell'individuo che la indossava. Futuri studi dovranno inevitabilmente confrontare queste riparazioni su esempi appartenenti a sessi differenti, per valutare l'esistenza o meno di un'usura specifica sesso dipendente.

Le operazioni di restauro avviate permetteranno in futuro di cogliere ulteriori aspetti, al momento non apprezzabili, che permetteranno di meglio delineare il trascorrere dei giorni antichi di Roccapelago.

Da diverso tempo il Ministero per i Beni e le Attività Culturali e il Turismo ha avviato un lungo percorso finalizzato alla comprensione e valorizzazione delle opere d'arte materiali e immateriali, creando *software* specifici in grado di cogliere tutte le possibili informazioni, sostituendo nel contempo la oramai datata scheda OA. La scrivente, assieme a Grazietta Butazzi e a

Roberta Orsi Landini e affiancata da un nutrito *staff* ministeriale, ha avuto il compito di redigere una scheda informatica per la catalogazione del costume, denominata VeAC⁸. La scheda informatica è fondamentale per operare un confronto dei dati con altri oggetti simili, per creare un repertorio al quale rivolgersi, per creare un data base di informazioni utili a chi intenda svolgere ricerche nell'ambito della storia del costume, dei materiali, delle confezioni, non tralasciando gli aspetti sociali, politici, economici, antropologici. I *software* prodotti, ricalcando le schede ministeriali, hanno la prerogativa di fornire dati specifici sul costume in cui è ascrivibile l'oggetto in studio. La recente normativa oltre ad includere disegni per le misurazioni, fornisce anche un lemmario che, oltre a descrivere la tecnica o lo stile, è arricchito da riproduzioni grafiche dell'oggetto o del particolare del costume o accessorio, che rende più facile il lavoro dell'operatore nella corretta compilazione della scheda. La VeAC è stata proficuamente utilizzata per la schedatura delle camicie e dei sudari di Roccapelago, dimostrandosi un valido strumento anche per i tessuti frammentari, fragili o di difficile lettura (Fig. 8).

La conclusione della schedatura di tutti gli elementi vestitari provenienti da Roccapelago, fornirà certamente molti nuovi dati di confronto per altri contesti archeologici simili, oltre a fornire una preziosa chiave di lettura sulla vita vissuta di questi antichi abitanti attraverso la loro "seconda pelle". Il mio personale auspicio è quello di proseguire con questa fortunata colla-

⁷ Le camicie degli Aragonesi, conservate all'interno della chiesa di San Domenico Maggiore a Napoli sono di datazione precedente, fine del secolo XVI, ma sono confezionati nella stessa maniera delle camicie di Roccapelago e Monsampolo del Tronto.

⁸ Si veda il sito dell'ICCD – Istituto Centrale per il Catalogo e la Documentazione per recuperare la normativa e la scheda VeAC: http://www.iccd.beniculturali.it/it/ricercanormative/36/veac-vestimenti-antichi-contemporanei-3_01.

borazione multidisciplinare, per trarre da ogni singolo ricercatore gli aspetti conoscitivi salienti affinché sia possibile pervenire a risultati e schedature di facile consultazione, favorendo così gli

studi presenti e futuri. Roccapelago potrebbe essere veramente l'occasione per pensare ad un nuovo modo innovativo per fare ricerca in questo complesso e affascinante campo d'interesse.



US 23 sacco 85 ind. 51

Scheda madre:

Completo composto da camicia sudario e camicia femminile del secolo XVIII, da 1700 a 1800, da analisi stilistica

A. Scheda figlia:

Camicia femminile frammentaria, lungo al polpaccio del sec. XVIII, da 1700 a 1800, da analisi stilistica

Materia: lino, tessuto a mano, tela ordito 14/cm trama 10/cm, altezza telo da cimosa a cimosa cm 52 ca.

Misure:

Lunghezza totale massima cm 94 ca

Larghezza totale massima cm 60 ca.

Lunghezza totale davanti cm 86 ca

Lunghezza totale dietro cm 88 ca

Larghezza dorso cm 52 ca

Maniche lunghezza esterna cm 35 ca/ cm 25 (senza tassello)

Larghezza massima / minima cm 18 ca

Parte anteriore telo unico per il davanti e il dietro, da cimosa a cimosa cm 52 spalle cm 15, spacchi cm 12 su lati in fondo

Manica diritta, larghezza cm 36 in un pezzo con tassello sotto ascelle cm 10 per cm 10, polsino diritto alto cm 4

Scollo a girocollo grande ovale, diametro cm 24 giro totale cm 60 ca.

Cuciture: soprappiatti per i lati e sottopunto per orli

Stato di conservazione: mediocre, parti mancanti e lacerazioni molto sporco e rigido

Modifiche durante il '700

Toppe di varie misure soprammesse per riparazioni

Note.....

Scheda figlia:

Camicia sudario femminile.....

Fig. 8 Scheda VeAC riadattata per scheda di catalogo delle camicia e sudario US 23 sacco 85, ind 51.

Bibliografia

BOUTRUP J., SPEISER N. 2009-2011, *European Loop Braiding. Investigations and Results*, voll. I, II, III, published and edited by Jennie Parry 2009-2011.

GIULIANI M.G., PRUNAS M.E., CHECCHI S., ZARBÀ M., IOELE M., SCHOENHOLZER NICHOLS T., TOMAY L. 2013, *Testimonianze tessili di epoca longobarda. Intervento multidisciplinare su nappine frammentarie provenienti da scavo*, in *Lo Stato dell'Arte II*, Atti del convegno dell'International Institute for Conservation – Gruppo italiano (Bologna, Accademia di Belle Arti 10-12 ottobre 2013), pp. 285-294.

LANDINI ORSI R. 2011, *Moda a Firenze 1540-1580. Lo stile di Cosimo I de' Medici*, Pagliai Polistampa, Firenze.

Le vesti di sempre. Gli abiti delle mummie di Roccapelago e Monsampolo del Tronto 2012, c.d.m. (Modena 22 dicembre 2012 - 7 aprile 2013), Istituto Beni Culturali della Regione Emilia-Romagna, Bologna.

SCHOENHOLZER NICHOLS T. 2009, *Il farsetto di Pandolfo III Malatesti di Fano, condottiere del Quattrocento*, in KUSCH C., MIGNANI P., POZZI R. (a cura di), *Redire 1427-2009. Ritorno alla luce: il restauro del farsetto di Pandolfo III Malatesti*, Fano, pp. 39-54.

SPEISER N. 2000, *Old English pattern books for loop braiding*, Arbolswil, CH.

Mirko Traversari*, Caterina Minghetti*, Vania Milani**, Mélanie A. Frelat***,
Colin N. Shaw****, Giorgio Gruppioni*

Le mummie di Roccapelago: ricostruzione delle attività occupazionali in una piccola comunità dall'alto Appennino modenese del XVIII secolo attraverso gli indicatori scheletrici di carico biomeccanico e con l'ausilio di tecnologie virtuali 3D

Introduzione

In occasione dei lavori di consolidamento strutturale della chiesa della Conversione di San Paolo a Roccapelago, in comune di Pievepelago (MO), avviati nel 2009, è stato eseguito uno scavo archeologico sotto il pavimento dell'edificio che ha riguardato tutta l'area interna della chiesa. L'intervento ha portato alla individuazione di numerose tombe e di alcuni ambienti appartenenti alla rocca medievale, sulla quale, a partire dal 1585, fu eretta la chiesa stessa. All'interno di un locale con soffitto a volta, anticamente tombato, di cui si era persa memoria, sono stati scoperti, e recuperati con metodo stratigrafico,¹ centinaia di corpi, alcuni dei quali parzialmente mummificati, riferibili ad un periodo compreso fra la fine del XVI e la fine del XVIII secolo. Considerata l'eccezionalità del ritrovamento e delle condizioni di conservazione dei resti, è stata avviata una serie di indagini multidisciplinari finalizzate alla ricostruzione dell'antica comunità e delle sue condizioni e abitudini di vita. Tra

gli obiettivi che le ricerche si sono posti, uno è stato quello di tentare di risalire alle attività lavorative degli antichi abitanti di Roccapelago. In quest'ottica, il presente contributo, prosecuzione e ampliamento di un precedente lavoro², ha avuto lo scopo di ricostruire, attraverso l'esame di specifici indicatori scheletrici, le attività occupazionali, che caratterizzavano la vita di questo antico borgo.

Materiali di studio e metodologie di ricerca

Le analisi oggetto del presente lavoro sono state eseguite su 64 individui più o meno mummificati, recuperati dalla US 23 (Fig.1), attribuibili, in base alla datazione del materiale archeologico associato ai resti antropologici, al XVIII secolo³. Tutti gli individui sono stati oggetto di un campionamento preventivo per successive analisi del DNA antico, allo scopo di limitare al minimo le contaminazioni da DNA esogeno. Dodici di questi individui, i meglio conservati, e ora

* Dipartimento di Beni Culturali – Università di Bologna, Campus di Ravenna.

** Museo delle Mummie di Roccapelago.

*** Aix-Marseille Université/EFS/ – Faculté de Médecine.

**** Department of Archeology and Anthropology – University of Cambridge.

¹ Sono state individuate tre fasi principali di inumazioni, afferenti alle UUSS 28, 26 e 23.

² TRAVERSARI *et al.* 2015.

³ GRUPPIONI *et al.* 2010.

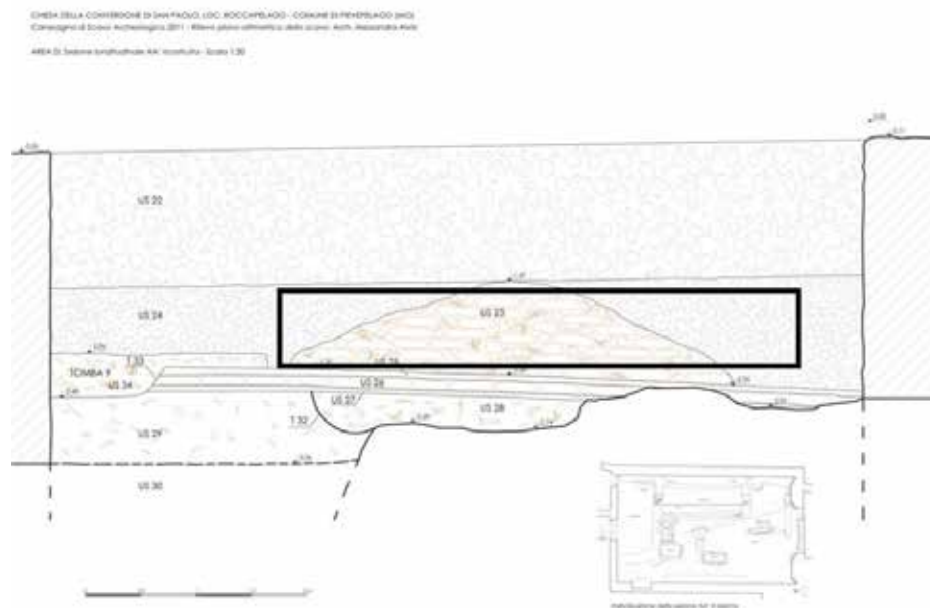


Fig. 1 Localizzazione della US23 rispetto alla sezione generale dello scavo (elaborazione arch. Alessandra Alvisi).

musealizzati all'interno della originaria cripta all'uopo restaurata⁴, sono stati analizzati tramite TAC ospedaliera *total body* (Fig. 2) allo scopo di preservarli perfettamente integri.

I resti parzialmente mummificati

Gli individui solo parzialmente mummificati, sono stati indagati mediante osservazioni e analisi dirette delle ossa e sottoposti ad un protocollo d'interventi che prevedeva una serie di prelievi preliminari di campioni destinati a specifiche indagini laboratoristiche e strumentali, quali gli elementi in traccia, gli isotopi stabili, nonché prelievi multitessuto per indagini su aspetti d'interesse microbiologico e paleopatologico. I resti sono stati successivamente sottoposti a osservazioni dirette per la diagnosi del sesso e dell'età di morte, a rilevazioni osteometriche per la ricostruzione

della statura e degli indici di robustezza, nonché ad analisi di biologia e patologia scheletrica tra cui l'esame dello sviluppo delle inserzioni muscolari, o entesi (Fig. 3) e di altri indicatori ergonomici e di carico biomeccanico, allo scopo di ricostruire, per quanto possibile, le attività



Fig. 2 Fase di esecuzione della TAC presso l'Unità Operativa di Radiologia e Medicina Nucleare dell'Azienda Sanitaria di Forlì.

⁴ TRAVERSARI, MILANI 2011.

Fig. 3 *A sinistra: entesi osteolitica nell'inserzione del legamento costo-clavicolare, a livello dell'estremità sternale della clavicola; a destra: entesi osteofitica nell'inserzione del muscolo quadricipite, nell'estremità prossimale della tibia sinistra.*



lavorative a cui erano dediti i membri di questa piccola comunità montana⁵.

Le operazioni preliminari di svestizione degli inumati hanno evidenziato come in diversi casi, individui ritenuti completi in fase di recupero, fossero in realtà incompleti (Fig. 4), essendo mancanti di qualche distretto anatomico. I risultati presentati in questo studio sono il frutto delle analisi eseguite su coppie di ossa omologhe postcraniali (scapola, clavicola, omero, radio e ulna per il distretto superiore; osso coxale, femore e tibia per il distretto inferiore), che meglio possono descrivere eventuali effetti di lateralizzazione anatomo-funzionale o di specifiche dinamiche biomeccaniche: Per questo sono stati esclusi dal campione in esame gli individui rappresentati da distretti scheletrici di un solo lato;

ciò ha comportato, ovviamente, una riduzione quantitativa del campione preventivato in partenza. La causa di queste lacune nello scheletro degli inumati presi in esame è da ricondursi al lungo periodo di utilizzo della cripta come cimitero della comunità e alla sovrapposizione dei corpi al suo interno, che ha comportato lo spostamento secondario dei corpi o di porzioni di essi, il rotolamento verso il basso di alcuni elementi scheletrici, così come la perdita di volume del corpo durante la decomposizione che ha favorito lo spostamento verso le UUSS sottostanti di alcune parti anatomiche appartenenti ai corpi soprastanti non più saldamente connesse tra loro. Ciò ha comportato anche la impossibilità, in questa fase, di determinare in modo attendibile il numero minimo di individui, stima che



Fig. 4 *Individuo US23, sacco 54, al termine delle operazioni di svestizione; sono evidenti le lacune ossee a carico del distretto superiore e inferiore, non rilevabili in fase di recupero.*

⁵ CAPASSO *et al.* 1999.

potrà essere fatta soltanto a conclusione delle indagini su tutte le UUSS, quando si potrà tener conto delle suddette variabili tafonomiche.

Il protocollo delle analisi di laboratorio ha preso avvio, come detto, dal campionamento del DNA antico, per evitare successive contaminazioni, per poi proseguire con la determinazione del profilo biologico degli individui in esame: la diagnosi probabilistica del sesso o DSP⁶ fondata sull'esame del bacino, è stato il metodo di elezione per la determinazione del sesso. La metodica di Acsàdi e Nemeskéri⁷ è stata applicata al cranio, se disponibile, nei casi in cui era assente il bacino. Per quanto riguarda la determinazione dell'età di morte ci si è avvalsi della valutazione del grado di rimodellamento della sinfisi pubica⁸, in combinazione con l'analisi della superficie auricolare dell'ileo⁹. Il *range* di età stimata (media ponderata) è stato ricavato dall'incrocio di queste tre metodiche.

Per il calcolo della statura, è stata usata la formula proposta da Trotter e Gleser¹⁰, applicata al femore.

Gli indici di robustezza sono stati ricavati applicando le formule di Olivier¹¹ e registrati su foglio di calcolo excel.

Le indagini volte alla ricostruzione delle attività occupazionali degli antichi abitanti di Roccapelago, si sono basate sull'esame dei caratteri ergonomici secondo la metodologia di Hawkey e Merbs¹², Mariotti *et al.*¹³ Relativamente al di-

stretto superiore sono state esaminate le inserzioni muscolari rilevabili su clavicola, scapola, omero, ulna e radio; per il distretto inferiore sono state considerate quelle di ileo, femore e tibia, essendo queste le ossa maggiormente rappresentate nel campione indagato.

I resti mummificati

Su una dozzina di inumati non si sono potute applicare le tecniche analitiche dirette, a motivo del loro più completo stato di mummificazione e della esigenza di conservarli integri per farne oggetto di musealizzazione. In questi casi, gli strumenti di elezione adottati per lo studio dei resti sono state i modelli virtuali delle ossa creati a partire dai dati ottenuti dalla TAC medicale (Fig. 5), eseguita presso le Unità Operative di Radiologia e Medicina Nucleare delle Aziende Sanitarie di Forlì e Ravenna¹⁴. I macchinari utilizzati, GE 16 *slices*, Milwaukee, Wisconsin e Philips 64 *slice*, hanno restituito una serie di immagini DICOM con *range* di 1,25 mm e 0,6 mm di collimazione. Ogni singola TAC, di tipo *total body*, ha restituito una serie di *slices*, cioè immagini radiografiche, distanti tra loro 1,25 o 0,6 mm. Dall'unione di queste immagini bidimensionali si è ottenuto il modello tridimensionale dell'intero scheletro dell'individuo scansionato, grazie al software di modellazione AMIRA.

Il profilo biologico degli individui così esaminati è stato determinato utilizzando il medesimo

⁶ MURAIL *et al.* 2005.

⁷ ACSÀDI, NEMESKÉRI 1970.

⁸ KIMMERLE *et al.* 2008; SHEILAGH *et al.* 1990.

⁹ SCHMITT 2005.

¹⁰ TROTTER, GLESER 1952, 1958, 1977.

¹¹ OLIVIER 1960.

¹² HAWKEY, MERBS 1995.

¹³ MARIOTTI *et al.* 2004, 2007.

¹⁴ Si desidera ringraziare per la fattiva collaborazione il dott. Mauro Bertocco e la dott.ssa Antonella Piraccini, direttori delle Unità Operative rispettivamente di Forlì e Ravenna.



Fig. 5 Confronto tra immagine fotografica ed elaborazione 3D di una mummia ora esposta nella cripta della chiesa di Roccapelago.

protocollo, ma in ambiente virtuale, applicato ai resti parzialmente scheletrizzati. Le indagini relative alle entesopatie sono state svolte utilizzando particolari funzioni di selezione manuale sulle immagini prodotte dalle TAC, da cui è stata estrapolata, per ogni individuo, la coppia di omeri e femori. Il modello virtuale 3D di ogni singolo osso così ottenuto è stato poi allineato secondo un piano passante per tre punti anatomicamente individuati dai piani tangenti ai condili e alla testa dell'omero e del femore. Una volta ottenuto l'allineamento desiderato, ogni singolo modello osseo è stato inoltre sottoposto ad analisi antropometrica ed è stata infine estratta da ciascuno di essi l'immagine della sezione a metà diafisi. Ogni coppia di elementi, così rappresentata da due immagini di sezione, rappresentative del lato destro e sinistro, è stata

processata sul software IMAGE J ed analizzata attraverso l'applicazione del plug-in BONE J. È stata infine utilizzata l'equazione per il calcolo dell'Asimmetria Direzionale (AD) di Auerbach e Ruff (2006)¹⁵ per la valutazione del lateralismo. A supporto di questa analisi sono state calcolate anche le proprietà, per ogni sezione a metà diafisi, della corticale dell'osso (CA), per lo studio della compressione assiale e della resistenza alla trazione e il *Polar Moment of Area* (J), dal cui valore numerico è possibile calcolare la resistenza alla torsione e alla flessione della diafisi dell'osso come ulteriore conferma dei risultati ottenuti dalla classica formula per l'Asimmetria Direzionale. I tessuti molli mummificati, in particolare tendini e cute, hanno mostrato, nelle fasi di post processamento del dato TAC, valori di densità molto prossimi a quello dell'osso spugnoso

¹⁵ AUERBACH, RUFF 2006.

rendendo necessaria la “ripulitura” manuale, in ambiente virtuale, dei modelli.

Risultati

Sesso ed età di morte

La determinazione del sesso degli inumati in esame ha rivelato trattarsi di 25 individui di sesso maschile, 26 di sesso femminile e 13 di sesso non determinabile. Ciò ha portato a stimare una *sex ratio* di 0,96 (ovvero 96 maschi su 100 femmine), molto più prossima ai valori che di norma si registrano alla nascita e nei primi anni di vita nelle popolazioni umane (di solito appena superiori a 1), rispetto a quello emerso in via indiziaria dallo studio preliminare¹⁶ probabilmente inficiato dalla scarsa numerosità del campione. Il valore di *sex ratio*, così aggiornato, consente di attribuire al campione in esame una migliore rappresentatività della popolazione di Roccapelago del periodo considerato.

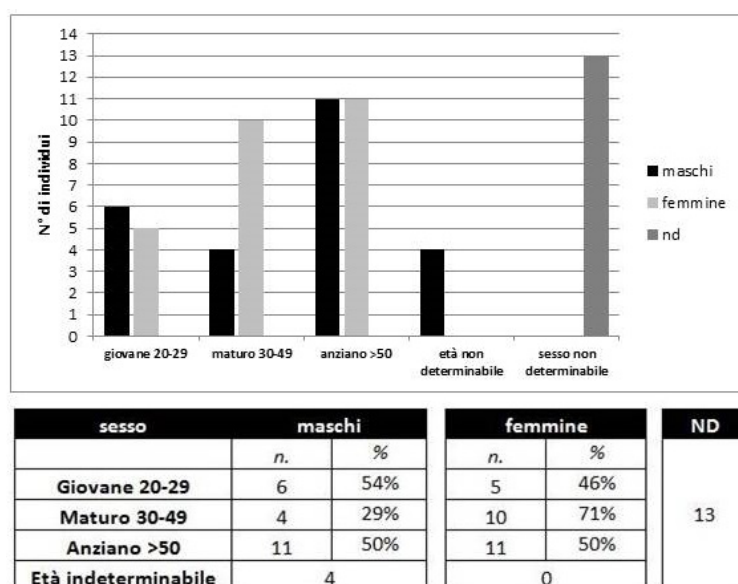


Fig. 6 Distribuzione degli individui per classi di età stimata, nel campione di inumati esaminato.

Quanto alla stima dell'età di morte, con riferimento alle tre classi stabilite: 20-29, 30-49 e >50 anni, si è osservata una incidenza lievemente maggiore della mortalità maschile (54%) nella prima classe di età (20-29 anni) mentre, al contrario, nella seconda classe di età (30-49 anni) la mortalità nelle donne è quasi tre volte quella degli uomini; infine, la mortalità risulta perfettamente bilanciata nei due sessi nella terza classe (> 50 anni). Ciò che sembra emergere in modo più evidente è dunque la maggiore mortalità delle donne rispetto agli uomini in età adulta matura (Fig. 6). La speranza di vita media per chi raggiungeva i 20 anni era di 43,02 anni nei maschi e di 44,25 anni nelle femmine.

Statura

I valori della statura stimati negli inumati della US23, oggetto del nostro studio, rientrano complessivamente in un *range* compreso fra 158,5 e 176,8 cm per i maschi e fra 146,9 e 168,6 cm per le femmine, con una media rispettivamente di 167,8 cm e 159,9 cm. Il confronto di questi valori medi rilevati sugli individui della US23 (rappresentata da inumati attribuibili al XVIII secolo) con quelli ottenuti in uno studio precedente¹⁷ sugli inumati della US28 (attribuibili a fine XVI, inizi XVII secolo), rivela un sensibile incremento della statura media nei secondi rispetto ai primi. L'altezza media registrata negli individui della US28 è infatti di 162,3 cm nei maschi e 150,7 cm nelle femmine, con un incremento medio di 5,5 cm nel sesso maschile e di ben 9,2 cm nel sesso femminile (Fig. 7).

¹⁶ TRAVERSARI *et al.* 2016.

¹⁷ BIVIANO *et al.* 2016.

Indicatori scheletrici di attività fisica

L'esame degli indicatori scheletrici di attività fisica è stato condotto sulle ossa lunghe degli arti superiori e inferiori degli inumati. Come si è detto, in 52 di essi, quasi completamente scheletrizzati, si è proceduto alle rilevazioni dirette sulle ossa, negli altri 12 inumati, poiché erano pressoché completamente mummificati, le indagini sono state eseguite sui modelli virtuali delle ossa stesse.

Al termine dell'indagine si è potuto rilevare che le ossa dell'arto superiore sono risultate meno informative rispetto a quelle dell'arto inferiore, sia a causa del loro minor grado di scheletrizzazione, che ha limitato le osservazioni, sia per il minor numero di coppie di ossa pari disponibili. Tuttavia, anche con questi limiti, si sono potuti rilevare alcuni dati significativi.

Distretto superiore

In Tab. 1 sono riportati, per singolo osso esaminato, gli indicatori di stress biomeccanici e gli indici di robustezza delle ossa. Il valore totale riportato, si riferisce ai dati complessivi per singolo osso, su cui è stata calcolata l'incidenza degli indicatori di stress, in confronto agli indici di robustezza. Il sesso maschile presenta quasi sempre valori maggiori sul lato destro rispetto al sinistro, mentre il sesso femminile si differenzia solo sull'omero. Per quanto riguarda il sesso maschile, si riconoscono entesi particolarmente sviluppate sull'omero (*m.deltoideus*, *m. pectoralis major*) e sulla scapola (*m.triceps brachii*) che denotano le intense sollecitazioni a cui erano sottoposti gli arti superiori nei movimenti di flessione ed estensione. Il sesso femminile, anche

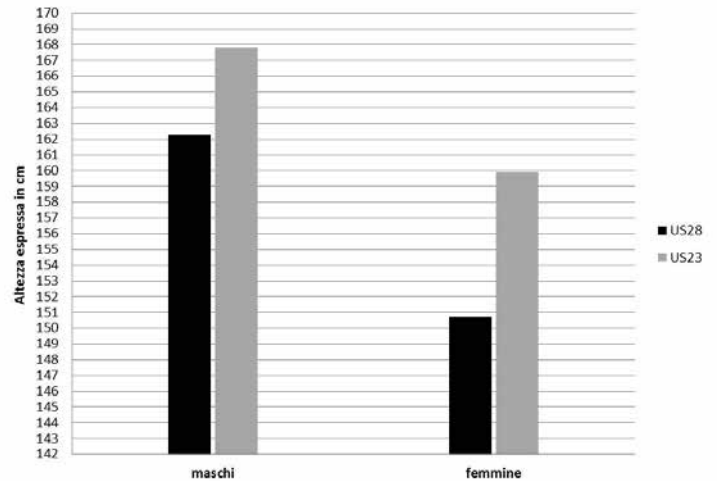


Fig. 7 Valori medi della statura maschile e femminile negli inumati della US23 (XVIII sec.) e della US28 (XVI-XVII sec.).

OSSA	MUSCOLI	Maschi		Femmine	
		DX	SX	DX	SX
CLAVICOLA	M. deltoideus	1/4	0/4		
	M. pectoralis major	0/5	0/5		
	Costoclavicular lig.	2/5	0/5		
	Conoid lig.	2/3	1/3		
	Trapezoid lig.	1/3	1/3		
	TOTALE	6/20	2/20		
	Incidenza % stress/totale	30%	10%		
n.id con stress/n.id osservati		3/5	1/5	0/0	0/0
SCAPOLA	M. trapezius	1/3	0/3	1/4	1/4
	M. Serratus anterior	1/4	0/4	0/3	0/3
	M. Pectoralis minor			0/3	0/3
	M. Teres minor	1/4	1/4	0/4	0/4
	M. Teres major			0/4	0/4
	M. supraspinatus	0/3	0/3	0/3	0/3
	M. infraspinatus	1/3	1/3		
	M. subscapularis	1/5	0/5	0/4	0/4
	M. Triceps brachii	2/4	1/4	1/5	1/5
	TOTALE	7/26	3/26	2/30	2/30
	Incidenza % stress/totale	27%	11%	6%	6%
n.id con stress/n.id osservati		4/5	2/5	2/5	2/5
OMERO	M. supraspinatus			0/3	0/3
	M. teres minor			1/3	1/3
	M. deltoideus	2/3	1/3		
	M. Pectoralis major	2/3	0/3	1/3	0/3
	Estensore lungo del carpo	2/4	2/4		
	TOTALE	6/10	3/10	2/9	1/9
	Incidenza % stress/totale	60%	30%	22%	11%
n.id con stress/n.id osservati		4/5	3/5	3/5	2/5
ULNA	M. brachialis			1/3	1/3
	M. Triceps brachii			1/3	1/3
	M. anconeus			1/3	1/3
	M. supinator	2/3	1/3	1/3	1/3
	M. Pronator quadratus	1/3	1/3	0/3	0/3
	terzo metacarpale	0/3	0/3	0/3	0/3
	Abductor pollicis	0/3	1/3	0/4	0/4
TOTALE	3/12	3/12	4/22	4/22	
	Incidenza % stress/totale	25%	25%	18%	18%
n.id con stress/n.id osservati		2/3	2/3	2/5	2/5

Tab. 1 Incidenza delle entesopatie osteofitiche (OF) e osteolitiche (OL) osservate a livello delle inserzioni muscolo-tendinee e legamentose dell'arto superiore prese in esame.

se in misura minore, ha nell'omero il segmento più sollecitato, seguito dall'ulna (*m. brachialis*, *m. triceps brachii*, *m. anconeus*), quest'ultima in risposta a movimenti di serraggio e presa.

Complessivamente, gli indicatori di stress biomeccanico delle ossa degli arti superiori mostrano che, nella maggior parte degli individui di sesso maschile esaminati, l'arto superiore doveva essere utilizzato in azioni gravose e asimmetriche, prevalentemente a carico del lato destro con una preferenza rispetto ai movimenti sul piano sagittale del corpo¹⁸. Anche nel sesso femminile gli arti superiori, e soprattutto il destro, dovevano essere in generale piuttosto sollecitati, soprattutto a livello dell'articolazione scapolo-omerale, tuttavia l'asimmetria appare minore rispetto agli uomini, ad indicare che le attività lavorative delle donne impegnavano notevolmente entrambi gli arti¹⁹ (Fig. 8).

I gruppi muscolari coinvolti nella mobilità dell'avambraccio non mostrano differenze evidenti di lateralizzazione nei due sessi²⁰; è quindi ipotizzabile una simmetria a livello delle attività di presa manuale. L'analisi dell'asimmetria direzionale condotta sui modelli 3D derivati da immagini TAC, ha confermato che la differenza tra omero destro e sinistro, espressa dallo spessore osseo a metà diafisi, è molto più accentuata negli uomini rispetto alle donne. Le osservazioni relative ai movimenti di torsione dell'omero evidenziano una scarsa variabilità negli uomini, tuttavia il valore positivo della media ottenuto indica una predominanza dell'omero destro. Nelle donne, al contrario, si registra una più ampia variabilità con una lieve predominanza dell'omero sinistro. Il valore J dimostra un maggior grado di specializzazione nelle donne rispetto agli uomini, al contrario del valore CA. È quindi ipotizzabile un'attività femminile che richiedeva la torsione

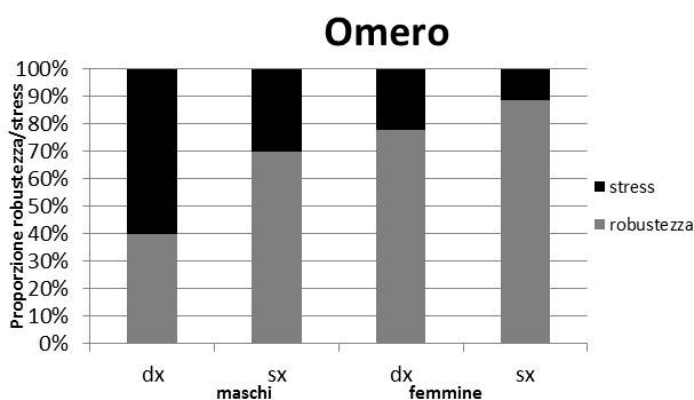


Fig. 8 Incidenza degli indicatori di stress e degli indici di robustezza sugli omeri degli inumati in esame.

¹⁸ Muscolo trapezio, serrato anteriore, tricipite brachiale, legamento costoclavicolare, conoide trapezoide.

¹⁹ L'incidenza % degli indicatori di stress rispetto al totale osservato sulla scapola, per quanto riguarda il sesso femminile è in assoluto pareggio e si attesta al 6%, mentre l'uomo è sbilanciato a destra con un 27%, contro l'11% registrato a sinistra.

²⁰ Muscolo supinatore, pronatore quadrato, adduttore del pollice.

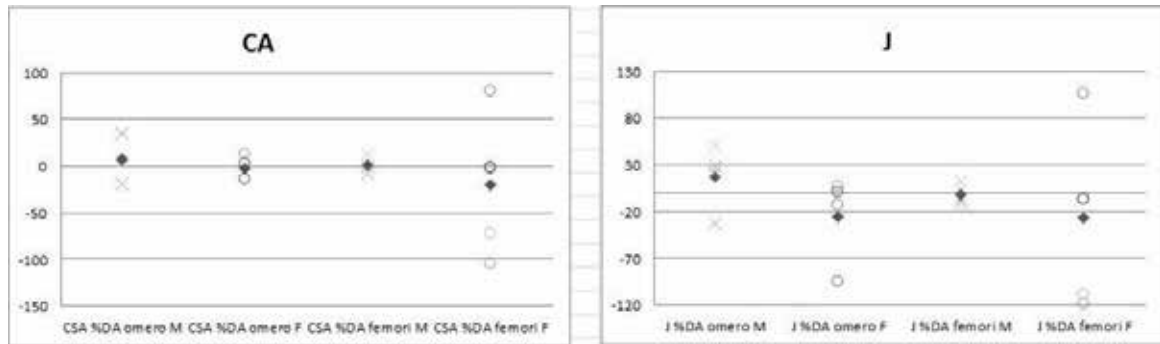


Fig. 9 Distribuzione dei valori di asimmetria direzionale dell'omero e del femore nei due sessi. A sinistra, spessore osseo a metà diafisi (Cortical Area, CA); a destra (Polar Moment of Area, J).

di un omero dx o sx rispetto all'altro come evidenza la tabella riportata nella Fig. 9. Le analisi sui modelli virtuali delle ossa dell'arto superiore confermano quindi i risultati ottenuti in base alle osservazioni e alle rilevazioni dirette.

Distretto inferiore

La Tab. 2 riporta, per singolo osso esaminato, gli indicatori di stress e gli indici di robustezza delle ossa dell'arto inferiore. Il sesso maschile presenta incidenze degli indicatori di stress biomeccanico maggiori rispetto al sesso femminile in tutti i distretti esaminati, con trascurabili differenze fra i due lati. Le entesi evidenziate sull'ileo (*m. rectus femoris*) e sul femore (*m. ileopsoas*, *m. gluteus minor et medium*) mostrano che queste sono le ossa maggiormente sollecitate in movimenti di estensione e flessione. Il sesso femminile ha indicatori di stress distribuiti uniformemente su tutti i distretti, con qualche evidenza specifica sul femore (*m. biceps femoris*), riconducibile alla flessione ed estensione del busto.

Appare evidente come il distretto inferiore del corpo di ambo i lati fosse sottoposto ad attività impegnative, senza particolari asimmetrie rispetto ai sessi. Sembra plausibile ricondurre l'intensa attività a cui erano in generale sottoposti

gli arti inferiori della gente di Roccapelago, allo sforzo che doveva richiedere la mobilità in ambiente montano (Fig. 10).

Si sono però osservati segni ergonomici attribuibili a movimenti prevalenti che dovevano caratterizzare e differenziare i due sessi: nei maschi sono particolarmente marcati i segni che atte-

OSSA	MUSCOLI	Maschi		Femmine	
		DX	SX	DX	SX
ILEO	M. Rectus femoris	8/12	8/12	2/10	3/10
	TOTALE	8/12	8/12	2/10	3/10
	Incidenza % stress/totale	66%	66%	20%	30%
	n.id con stress/n.id osservati	8/12	8/12	2/10	3/10
FEMORE	M. iliopsoas	9/11	10/11	3/8	3/8
	M. gluteus minor	6/7	6/7	3/6	3/6
	M. Gluteus medius	5/7	5/7	2/6	2/6
	M. Gluteus maximus	4/9	4/9	2/7	2/7
	M. Biceps femoris	2/9	2/9	3/7	3/7
	M. adductor	3/9	3/9	1/10	1/10
	M. gastrocnemius	0/8	0/8	0/7	0/7
	TOTALE	29/60	30/60	14/45	11/45
	Incidenza % stress/totale	48%	50%	31%	24%
	n.id con stress/n.id osservati	10/14	11/14	4/11	4/11
TIBIA	M. quadriceps	1/6	1/6	0/4	0/4
	M. soleus	4/8	4/8	1/7	0/7
	M. Tibialis posterior	0/8	0/8	0/9	0/9
	Solco del tendine tibiale posteriore	3/6	3/6	1/6	1/6
	TOTALE	8/28	8/28	2/26	1/26
	Incidenza % stress/totale	28%	28%	7%	3%
n.id con stress/n.id osservati	6/9	6/9	2/9	1/9	

Tab. 2 Incidenza delle entesopatie osteofitiche (OF) e osteolitiche (OL) osservate a livello delle inserzioni muscolo-tendinee e legamentose dell'arto inferiore prese in esame.

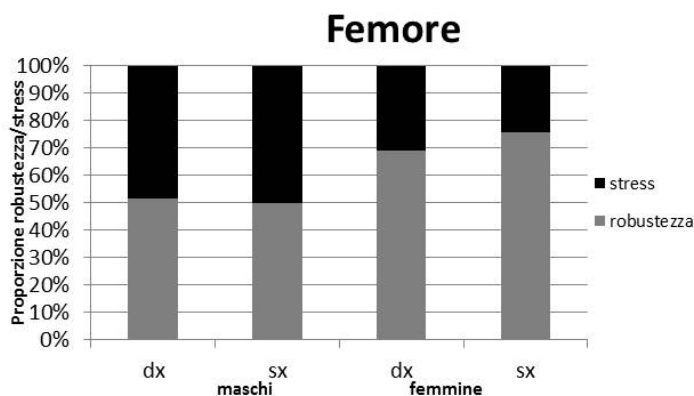


Fig. 10 Incidenza degli indicatori di stress e degli indici di robustezza sui femori degli inumati in esame.

stano lo sforzo del camminare²¹ soprattutto su terreni scoscesi, magari trasportando carichi, come pure dell'assumere la cosiddetta posizione di *squatting*²². Nel sesso femminile si osserva invece un particolare impegno della muscolatura atta al sollevamento del tronco dalla posizione flessa²³. La geometria di sezione condotta, in ambiente virtuale, a livello della metà diafisi del femore, e analizzata mediante il software IMAGE J, ha restituito valori di CA e di J che mostrano escursioni piuttosto ampie nel sesso maschile, con valori medi posizionati sullo zero, dimostrando quindi un impegno simmetrico degli arti inferiori di entrambi i lati. Nel sesso femminile i valori medi di CA e di J collocandosi nel quadrante negativo del grafico, denotano una lieve prevalenza dell'arto inferiore sinistro. Tale prevalenza è tuttavia da ritenersi trascurabile.

Conclusioni

I risultati dello studio qui presentati, hanno consentito innanzitutto di rilevare che il campione di inumati in esame mostra un buon equilibrio fra i sessi. La stima dell'età alla morte ha evidenziato che la maggior parte della popolazione (circa il 50%), sia maschile che femminile, moriva in età maggiore di 50 anni; si è altresì evidenziato che in età matura (30-49 anni) morivano molto più le donne degli uomini.

La statura media calcolata di quasi 168 cm nei maschi e di quasi 162 cm nelle femmine è da ritenersi abbastanza conforme a quella di altre popolazioni coeve del territorio emiliano. Da segnalare altresì il significativo incremento dei valori staturali della popolazione di Roccapelago del XVIII secolo rispetto alla popolazione della stessa comunità del secolo precedente. Questo dato potrebbe riflettere un relativo miglioramento delle condizioni di vita e di sussistenza della popolazione tra XVII e XVIII secolo.

²¹ Muscolo ileopsoas, medio e piccolo gluteo, solco del tendine tibiale posteriore.

²² Muscolo retto del femore, adduttore, faccette accessorie alla tibia.

²³ Muscolo bicipite femorale.

Quanto alle attività lavorative, i dati ottenuti circa la robustezza relativa delle ossa degli arti e gli indicatori di stress biomeccanici rivelano apprezzabili differenze nell'uso dell'arto superiore nei due sessi. L'arto dx negli uomini doveva essere particolarmente impegnato in movimenti di supinazione nonché di elevazione e abduzione, ascrivibili plausibilmente al trasporto e alla movimentazione di carichi pesanti²⁴. L'asse sagittale, predominante e caratterizzante l'insieme dei movimenti, soprattutto a carico della spalla destra, può essere ricondotto all'utilizzo di attrezzi da lavoro con impugnatura o utilizzo asimmetrico, quali potrebbero essere gli attrezzi per la lavorazione lapidea, o per lavori agricoli (falce, sega, accetta, etc.). Nella donna, la maggiore simmetria circa i movimenti sagittali di estensione e flessione, è probabilmente riconducibile al movimento di retrazione della cassa battente necessaria alla lavorazione del telaio in uso all'epoca. L'impegno della spalla, lievemente sbilanciata a sinistra, potrebbe ricondursi all'attività biomeccanica richiesta nella lavorazione dell'intreccio a cappio²⁵, o dalla necessità di sorreggere i neonati ancora in fasce durante i lavori domestici. Lo sviluppo della muscolatura finalizzata all'articolazione delle dita della mano, potrebbe essere dovuta agli effetti di piccole attività orticole o altre azioni di manipolazione come il lavaggio degli indumenti, l'impastare e le operazioni di tessitura.

Per quanto riguarda gli arti inferiori, i risultati ottenuti rimandano, con ogni probabilità, all'at-

tività del camminare su terreni scoscesi e impervi, comune ad entrambi i sessi e simmetrica, con una maggiore intensità nel sesso maschile, e alla posizione di *squatting*, significativamente presente sul sesso maschile. Le attività riconducibili a questo quadro biomeccanico sono da ricercarsi, con ogni probabilità, nella movimentazione di grevi, che potevano essere legna, derrate alimentari²⁶ e materiale da costruzione, recuperati nel bosco²⁷. Nelle donne, la predominanza del complesso muscolare finalizzato al sollevamento del tronco dalla posizione flessa, potrebbe essere ascrivibile ad attività di raccolta nei campi. Il gravoso impegno a cui era sottoposto il distretto inferiore del copro è verosimilmente attribuibile ad attività motorie su terreni con pendenze significative come quello di Roccapelago.

Bibliografia

ACSÁDI G., NEMESKÉRI J. 1970, *History of human life span and mortality*, Akadémiai Kiadó, Budapest.

AUERBACH B.M., RUFF C.B. 2006, *Limb bone bilateral asymmetry: variability and com monality among modern humans*, «Journal of human evolution», 50, pp. 203-218.

BIVIANO G., TRAVERSARI M., GRUPPIONI G., FRELAT M.A. 2016, *Analisi antropologiche e paleo patologiche sulle sepolture più antiche della cripta: l'US 28*, in BADIALI F. (a cura di), *Roccapelago e le sue mummie. Studio integrato della vita di una piccola comunità dell'Appennino tra XVI e XVIII secolo*, Atti dei Convegni di Studi (Roccapelago 24 settembre 2011 e 22 settembre 2012), Accademia "Lo Scoltenna", Pievepelago, pp. 211-216.

²⁴ FORNACIARI *et al.* 2009.

²⁵ Per la valutazione dei movimenti necessari a questo tipo di lavorazione, è stata fondamentale la collaborazione con la studiosa dei tessuti antichi Thessy Schoenholzer Nichols; a questo proposito si veda LORENZINI, SCHOENHOLZER NICHOLS 2012.

²⁶ L'economia silvana era piuttosto diffusa e di vitale importanza per tutto l'alto Appennino modenese, si consideri l'importanza della castagna nel quadro generale di sussistenza di questo territorio.

²⁷ MARIOTTI *et al.* 2007.

- CAPASSO L., KENNEDY K.A.R., WILCZAK C.A. 1999, *Atlas of occupational markers on human remains*, Edigrafital, Teramo.
- FORNACIARI G., GIUSIANI S., PESCUCCI L., VITIELLO A. 2009, *Osteoarcheologia del cimitero di Castel di Pietra (XIV-XV secolo)*, in *Dieci anni di ricerche a Castel di Pietra: edizione degli scavi 1997-2007*, All'Insegna del Giglio, Firenze, pp. 165-173.
- GRUPPIONI G., LABATE D., MERCURI M., MILANI V., TRAVERSARI M., VERNIA B. 2010, *Gli scavi della Chiesa di San Paolo di Roccapelago nell'Appennino modenese. La cripta con i corpi mummificati naturalmente*, «Pagani e Cristiani. Forme e attestazioni di religiosità del mondo antico in Emilia», X, pp. 219-245.
- HAWKEY D.E., MERBS C.F. 1995, *Activity-induced musculoskeletal stress markers (MSM) and subsistence strategy changes among ancient Hudson Bay eskimos*, «International Journal of Osteoarchaeology», 5, 4, pp. 324-338.
- KIMMERLE E.H., KONIGSBERG L.W., JANTZ R.J., BARRAYBAR J.P. 2008, *Analysis of Age-at-Death Estimation Through the Use of Pubic Symphyseal Data*, «Journal of Forensic Science», 53/3, pp. 558-577.
- LORENZINI L., SCHOENHOLZER NICHOLS T. (a cura di) 2012, *Le vesti di sempre. Gli abiti delle mummie di Roccapelago e Monsampolo del Tronto. Archeologia e collezionismo a confronto*, Istituto per i Beni Artistici, Culturali e Naturali Regione Emilia Romagna, Bologna.
- MARIOTTI V., FACCHINI F., BELCASTRO M.G. 2004, *Enthesopathies – Proposal of a Standardized Scoring Method and Applications*, «Collegium Antropologicum», 28, 1, pp. 145-159.
- MARIOTTI V., FACCHINI F., BELCASTRO M.G. 2007, *The Study of Entheses: Proposal of a Standardised Scoring Method for Twenty-Three Entheses of the Postcranial Skeleton*, «Collegium Antropologicum», 31, 1, pp. 291-313.
- MURAIL P., BRUZEK J., HOUET F., CUNHA E. 2005, *DSP: a tool for probabilistic sex diagnosis using worldwide variability in hip-bone measurements*, «Bulletins et Mémoires de la Société d'Anthropologie de Paris», n.s., 17/ 3-4, pp. 167-176.
- OLIVIER G. 1960, *Pratique anthropologique*, Vigot, Paris.
- SCHMITT A. 2005, *Une nouvelle méthode pour estimer l'âge au décès des adultes a partir de la surface sacro-pelvienne iliaque. A new method to assessadulthood at deathfrom the iliac sacro-pelvic surface*, «Bulletins et Memoires de la Société d'Anthropologie de Paris», 17, 1-2, pp. 89-101.
- SHEILAGH S., BROOKS T., SUCHY J. M. 1990, *Skeletal Age Determination Based on the Os Pubis: A Comparison of the Acsádi-Nemeskéri and Suchey-Brooks Methods*, «Human Evolution», 5, pp. 227-238.
- TRAVERSARI M., MILANI V. 2011, *Le mummie di Roccapelago: il progetto di musealizzazione come modello etico e scientifico*, «Pagani e Cristiani. Forme e attestazioni di religiosità del mondo antico in Emilia», XI, pp. 181-184.
- TRAVERSARI M., MINGHETTI M., MILANI V., GRUPPIONI G., FRELAT M.A. 2015, *Gli ultimi inumati mummificati della cripta di US 23: osservazioni antropologiche preliminari*, in BADIALI F. (a cura di), *Le mummie di Roccapelago (XVI-XVIII sec.): vita e morte di una piccola comunità dell'Appennino modenese. Archeologia e antropologia: una ricerca interdisciplinare*, Atti dei Convegni di Studi (Roccapelago 24 settembre 2011 e 22 settembre 2012), Accademia "Lo Scoltenna", Pievepelago.
- TROTTER M., GLESER G.C. 1952, *Estimation of stature from long-bones of American Whites and Negroes*, «American Journal Physical Anthropology», 10, pp. 463-514.
- TROTTER M., GLESER G.C. 1958, *A re-evaluation of estimation of stature based on measurements of stature taken during life and of long bones after death*, «American Journal Physical Anthropology», 16, pp. 79-123.
- TROTTER M., GLESER G.C. 1977, *Corrigenda to "Estimation of stature from long bones of American whites and Negroes"*, «American Journal Physical Anthropology», 47, pp. 355-356.

Giulio Cosseddu*, Maria Catena Merlo*, Mélanie Agnes Frelat**

Studio dei resti ossei infantili rinvenuti nella cripta della chiesa di Roccapelago

Introduzione e inquadramento archeologico

La Chiesa della Conversione di San Paolo Apostolo a Roccapelago (Modena), nell'Alto Frignano, ha rivestito grande importanza a partire dall'XI secolo, soprattutto per le vicende storiche che si sono susseguite fino all'epoca di Obizzo da Montegarullo, signore di Roccapelago nel Frignano e oltre. Originariamente si trattava di un castello con funzione militare, conteso dai vari casati per la sua posizione strategica all'interno di un panorama geografico che lo rendeva difficilmente espugnabile. Dopo aver perso la sua funzione militare, nella seconda metà del 1500, la fortezza venne adibita a chiesa parrocchiale ed è giunta fino a noi dopo varie ristrutturazioni conseguenti ai terremoti e ai restauri. Come avveniva di consueto durante il Medioevo, anche questa chiesa fu utilizzata per la sepoltura dei morti di questa piccola comunità montana. Tale usanza si protrasse fino al 1786, quando venne costruito un cimitero esterno alla chiesa, antistante alla zona dove si trovava la sagrestia e che esiste ancora oggi¹.

Nel novembre del 2009 è stato avviato un progetto di restauro e consolidamento della chiesa nel corso del quale sono state rinvenute alcune tombe di superficie scavate nel pavimento. Durante la seconda campagna di scavo archeologi-

co condotta nel 2010-'11 è stato scoperto, sotto il pavimento della chiesa, un grande locale, con il soffitto a volta, in cui erano stati deposti i corpi dei defunti della comunità tra la fine del XVI e la fine del XVIII secolo.

Il ritrovamento, sia per l'eccezionale stato di conservazione dei resti (in parte mummificati per cause naturali), sia per l'elevato numero di individui (oltre 400), che possono rappresentare un campione significativo degli abitanti dell'intera comunità nell'arco di due secoli, ha suscitato un grande interesse scientifico a motivo delle sue potenzialità informative ai fini della ricostruzione della storia antropologica e bio-culturale di una comunità dell'Alto Appennino modenese fra XVI e XVIII secolo, con particolare riguardo alle condizioni di vita, alle patologie, alle relazioni con l'ambiente e alle risorse all'epoca disponibili.

Il ritrovamento, infatti, è stato oggetto di un ampio progetto di ricerca, che spazia dallo studio dell'abbigliamento e degli oggetti devozionali alla tafonomia e all'archeologia funeraria, dalle analisi di archeo-entomologia all'istologia e istochimica dei tessuti molli mummificati, dalla ricostruzione delle caratteristiche somatiche degli inumati all'esame delle patologie e degli indicatori di stress biomeccanici e carenziali, fino alla ricostruzione delle linee parentali mediante l'analisi del DNA.

* Dipartimento di Beni Culturali, Laboratorio di Antropologia, Università di Bologna, Campus di Ravenna.

** Faculté de Médecine, Aix-Marseille Université/EFS.

¹ GIMORRI 1935-36; FONTANA 1997-1998; MORDINI 1997-1998; MUCCI, MORDINI 1999.

Il presente lavoro è focalizzato allo studio antropologico dei resti ossei rinvenuti in un'area circoscritta del locale di inumazione di Roccapelago, identificata come tomba 9, una tomba multipla in fossa terragna. La tomba era posta in prossimità dell'antica scala di accesso al locale sotterraneo della chiesa; in realtà, più che di una tomba, si trattava di un'area della cripta situata nell'angolo ovest e riservata quasi esclusivamente a sepolture infantili. Era delimitata da un semicerchio di blocchi di pietra rozzamente squadrati e disposti sulla US 25. All'interno di questo spazio, i corpi erano stati deposti "a raggiera" con la testa rivolta verso i blocchi di pietra e i piedi al centro. Al di sotto dei corpi degli adulti era presente, sul pavimento, una piccola conca (che interferiva con la US 29) nella quale erano concentrate diverse sepolture di feti, neonati e subadulti.

La tafonomia dei resti rivela che la tomba è stata oggetto di rimaneggiamenti primari, plausibilmente anche a causa del susseguirsi delle deposizioni, evidenziati, in particolare, da alcuni crani dislocati. È stato rilevato un considerevole numero di infanti, in buon stato di conservazione e deposti in posizione supina, la cui decomposizione è avvenuta, almeno in parte, in uno spazio pieno, in fosse terragne scavate nel pavimento della cripta; si è osservato infatti il mantenimento, in alcuni casi, dell'articolazione temporo-mandibolare e dall'anatomia della gabbia toracica; si sono mantenute sia le articolazioni labili che le persistenti, nonostante il rimaneggiamento antropico per far posto ai nuovi deceduti. Nella tomba, associati ai pochi inumati adulti, sono stati rinvenuti anche elementi dell'abbigliamento o frammenti di essi, come

calzari, pizzi e tessuti di natura più grossolana. All'interno di quest'area sepolcrale sono stati ritrovati anche alcuni corpi risultati appartenere a 6 individui adulti (identificati come 3 maschi, 2 femmine e 1 soggetto di sesso non determinabile), oltre ai resti di una donna con all'interno del bacino le ossa di un probabile feto. Lo studio, attualmente in corso, potrà accertare se si tratta di una donna morta di parto o in corso di gravidanza. Altri resti di particolare interesse sono quelli mummificati appartenenti ad un infante e conservati all'interno di un involucro di tessuti, anch'essi in corso di studio.

L'obiettivo che ci si è prefissato in questo studio è stato quello di acquisire dati sulle caratteristiche fisiche, demografiche, auxologiche e patologiche della fascia infantile dell'antica comunità di Roccapelago.

Materiali e metodologie di studio

Il materiale in esame è rappresentato da un cospicuo numero di ossa non in connessione anatomica e non riconducibili a singoli individui. Ciò ha richiesto di procedere innanzitutto alla determinazione del Numero Minimo di Individui (NMI), che è dato dal numero di ossa omologhe impari o di ossa omologhe pari maggiormente rappresentate nel campione.

Nel caso di resti infantili è spesso difficoltoso diagnosticare il sesso perché i caratteri sessuali dello scheletro non sono ancora ben espressi mentre si vanno meglio definendo con la pubertà². Si è pertanto preferito non eseguire la determinazione del sesso dato che i risultati sarebbero stati comunque poco attendibili.

Quanto alla stima dell'età di morte negli indi-

² CAMBONI 2005.

vidui in età subadulta, essa si basa fondamentalmente sul riconoscimento dei vari stadi di maturazione scheletrica e dentaria che varia durante l'accrescimento in relazione all'età entro limiti piuttosto ristretti. I metodi utilizzati a questo scopo sono stati quelli di Black, Schaefer e Scheuer³, che si basano sui vari stadi dell'eruzione dentaria e quello di Maresh⁴ che si basa sulle misure antropometriche dei segmenti ossei; le età così stimate sono state ricondotte alle seguenti classi:

- Classe 0: dalla 28a settimana di gestazione fino al 28° giorno dopo la nascita;
- Classe 1: dal 1° all'11° mese dopo la nascita;
- Classe 2: 1-4 anni;
- Classe 3: 5-9 anni.

Si è poi proceduto alla determinazione della statura degli infanti in base al metodo di Ruff⁵, che

consiste nel calcolo di formule di regressione basate sulle misure delle ossa lunghe; si sono infine analizzati i reperti ossei, individuando eventuali caratteri epigenetici, segni patologici ed entesopatie in base ai criteri diagnostici di Capasso⁶ e Rubini⁷.

Risultati

Numero Minimo di Individui

Il conteggio dei segmenti scheletrici rinvenuti nella tomba 9 ha prodotto i risultati riportati nella tabella 1. Da essa si deduce che, poiché del segmento più rappresentato (il femore destro) ne sono stati contati 77 esemplari, i resti scheletrici in esame sono riferibili a non meno di 77 individui.

Distretti scheletrici	Segmenti scheletrici	Ossa impari	Ossa pari		
			Destre	Sinistre	Indeterminate
		N.	N.	N.	N.
Craniale	Cranio	11			
	Mascellare	42			
	Mandibola	63			
Post-craniale superiore	Omero		68	68	
	Radio		50	46	
	Ulna		43	50	
	Scapola		49	46	
	Clavicola		36	33	
Post-craniale inferiore	Femore		77	69	
	Tibia		59	59	
	Fibula		26	30	25
	Ileo		50	52	
	Ischio		25	23	
	Pube		14	13	
	Ramo ischio-pubico		3	2	

Tab. 1 Segmenti scheletrici impari e pari costituenti i resti umani della tomba 9 (US 34) di Roccapelago.

³ BLACK, SCHEUER 2000; BLACK *et al.* 2009.

⁴ MARESH 1970.

⁵ RUFF 2009.

⁶ CAPASSO 2008.

⁷ RUBINI 2008.

Età di morte

Ove possibile si è attribuita l'età di morte in base ai diversi segmenti scheletrici. Nella tabella 2 viene riportato il numero di elementi ossei di-

istribuiti nelle diverse fasce di età di morte e la corrispondente percentuale, limitatamente ai femori, agli omeri e alle mandibole, essendo questi le ossa lunghe più rappresentate.

Segmenti Ossei		Classi di età					Totale
		28 sett. gestaz. -1 mese post nat.	1-11 mesi	1-4 anni	5-9 anni	Non determinata	
Femori	N	27	19	18	4	9	77
	%	35,06	24,67	23,37	5,2	11,70	
Omeri	N	26	20	9	6	7	68
	%	38,23	29,43	13,23	8,82	10,30	
Mandibole	N	5	32	14	6	6	63
	%	7,93	50,80	22,23	9,52	9,52	

Tab. 2 Tabella del numero di segmenti ossei suddivisi per fasce di età.

In base ai dati della tabella 2 è stato costruito il grafico riportato nella Fig. 1, che descrive l'andamento della mortalità nelle diverse classi di età calcolata a partire dai femori, dagli omeri e dalle mandibole. Innanzitutto si rilevano differenze sensibili nella mortalità nelle diverse classi di età a seconda del segmento scheletrico considerato. In particolare si osserva una notevole discrepanza nella mortalità perinatale stimata in base al femore e all'omero rispetto a quella determinata

in base alle mandibole. Ciò potrebbe essere attribuito al fatto che le mandibole nei bambini in età perinatale (e soprattutto nei feti) si conservano più raramente. Comunque, sia pure con questi limiti, emerge l'altissima incidenza della mortalità in età perinatale e post-natale fino a 4 anni di età; si è calcolato infatti che oltre l'80% degli infanti e subadulti di Roccapelago moriva prima di questa età e una quota molto alta moriva entro il primo mese di vita post-natale.

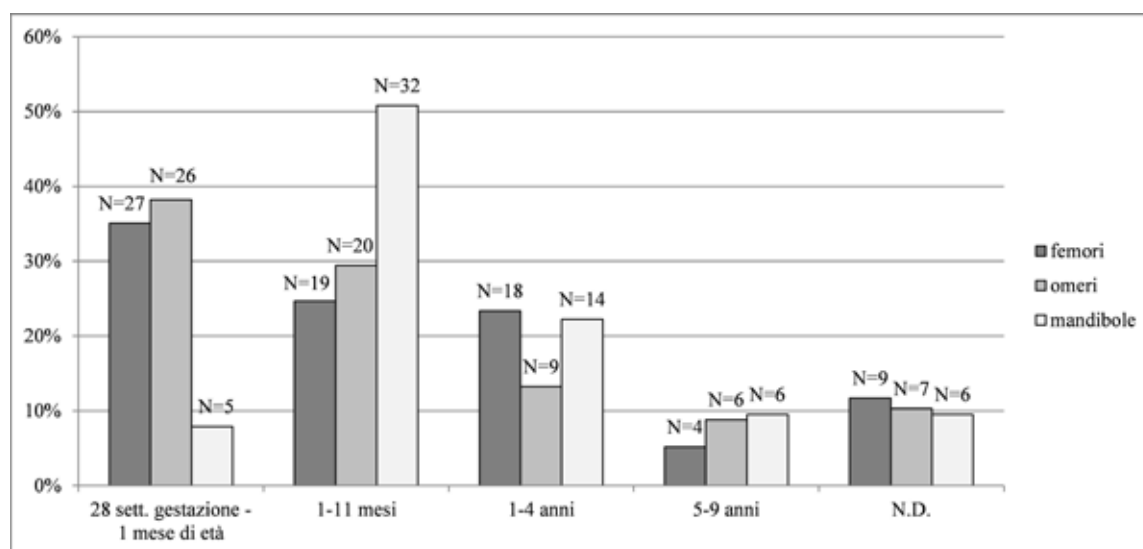


Fig. 1 Andamento dell'età di morte, per fasce di età, valutata in base ai femori, agli omeri e alle mandibole nei soggetti subadulti di Roccapelago (Tomba 9, US 34).

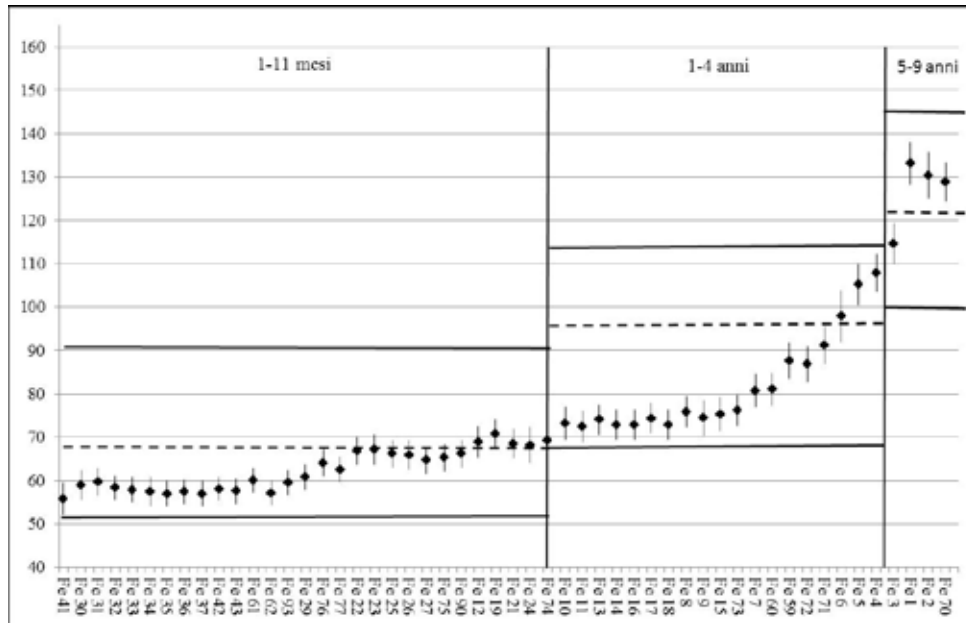


Fig. 2 Confronto delle stature degli infanti della tomba 9 (US 34) di Roccapelago, stimate in base alla lunghezza del femore secondo il metodo di Ruff (2009), con quelle dei coetanei italiani contemporanei (Cicognani e Balsamo, 2006). Il 3° e 97° percentile sono indicati con linea orizzontale continua, la mediana con linea tratteggiata.

Stima della statura

Si è stimata la statura dei soggetti subadulti in età post-natale dalla lunghezza dei femori mediante le formule di Ruff⁸ e i dati ottenuti (l'altezza media e i relativi limiti di confidenza al 95%) sono stati confrontati con la distribuzione in percentili della statura dei coetanei italiani contemporanei⁹. Nel grafico (Fig. 2) il 3° e il 97° percentile, in ciascuna fascia di età, sono indicati con linee continue orizzontali, mentre il 50° percentile con linea tratteggiata. Si è così potuto constatare che i bambini di Roccapelago del XVII – XVIII secolo avevano quasi sistematicamente una statura inferiore rispetto al 50° percentile dei bambini italiani moderni¹⁰ e che questa differenza risulta particolarmente marcata nella classe di età di 1-4 anni. Da ciò si potrebbe dedurre plausibilmente che i bambini

di Roccapelago dell'epoca si accrescessero più lentamente a causa delle disagiate condizioni di vita e nutrizionali.

Per gli individui di età prenatale si è preferito effettuare il confronto, per fasce di età, tra le lunghezze totali dei femori dei feti rinvenuti nella tomba 9 della cripta di Roccapelago e le misure ecografiche (3°, 50° e 97° percentile) dei feti coetanei italiani attuali¹¹ (Fig. 3). Da questo confronto si evidenzia che le lunghezze delle diafisi femorali dei feti rinvenuti nella cripta di Roccapelago rientrano quasi tutti fra il 3° e il 97° percentile dei feti moderni anche se molti di essi si collocano al disotto del 50° percentile ad indicare dimensioni corporee relativamente più piccole dei primi rispetto ai secondi, differenze che, come si è visto, diventano più marcate in età post-natale.

⁸ RUFF 2009.

⁹ CICOGNANI, BALSAMO 2006.

¹⁰ CICOGNANI, BALSAMO 2006.

¹¹ CICOGNANI, BALSAMO 2006.

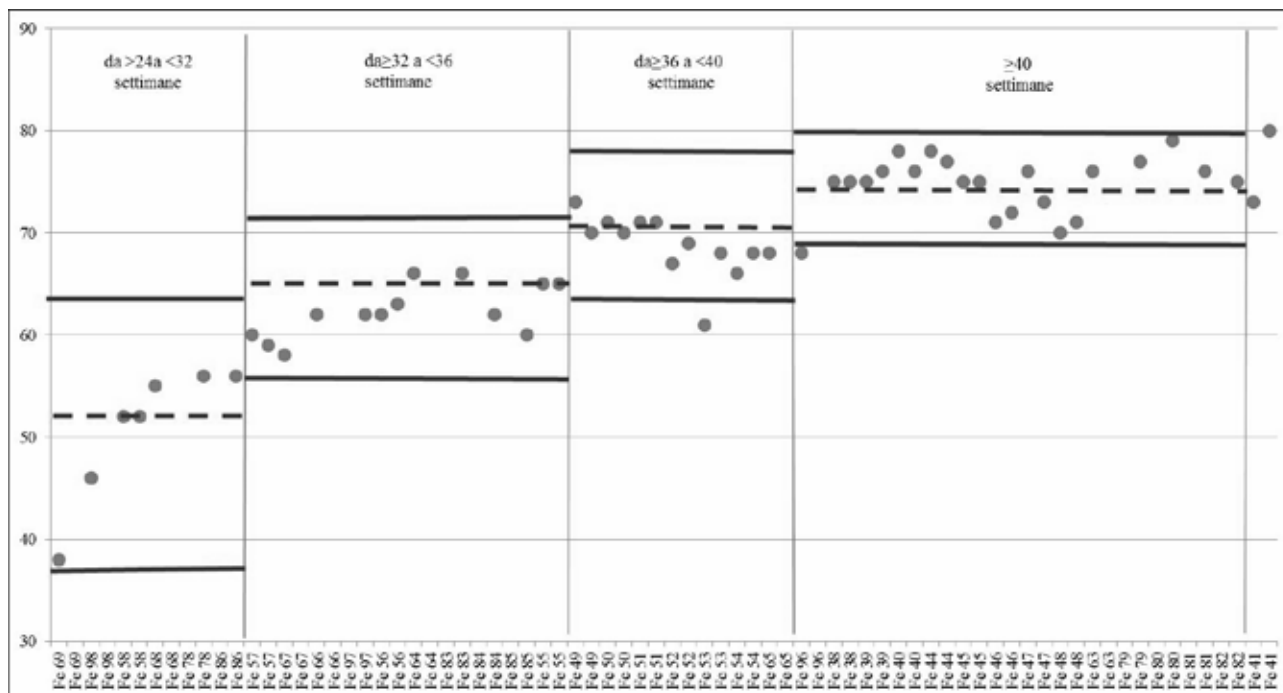


Fig. 3 Confronto fra le lunghezze dei femori degli individui in età prenatale rinvenuti nella TB 9 (US34) della cripta di Roccapelago con le misure ecografiche dei femori dei coetanei attuali (3° e 97° percentile, linea orizzontale continua; mediana, linea tratteggiata).

Patologie

Sui resti umani in esame sono stati riscontrati numerosi segni di patologie sia a carico del cranio che dello scheletro postcraniale.

A livello craniale si sono registrati con grande frequenza segni di anemia e malnutrizione come le cosiddette *cribra cranii* e *cribra orbitalia*

(Fig. 4), che si presentano come piccole e dense perforazioni, rispettivamente sul tavolato cranico e sul tetto delle orbite.

Si è riscontrata con grande frequenza anche la porosità del palato (Fig. 5) e la porosità corticale, come pure segni di periostite sulla mandibola e formazioni osteofitiche sul palato osseo.



Fig. 4 Caso di *cribra orbitalia* in un infante di circa 1-4 anni della tomba 9 (US 34) di Roccapelago.

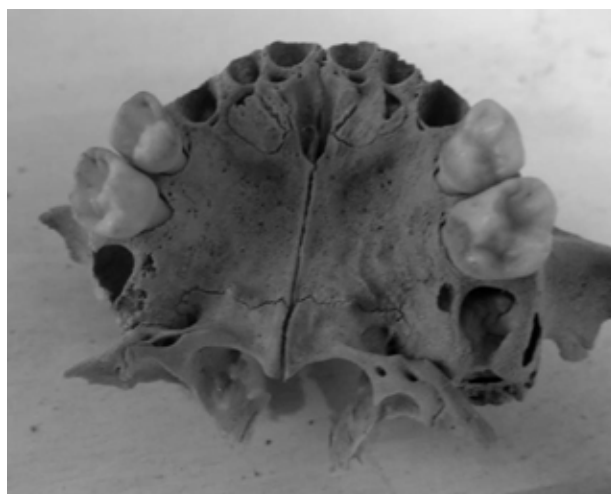


Fig. 5 Caso di porosità del palato in un subadulto della tomba 9 (US 34) di Roccapelago.

Sulle ossa post craniali in esame si sono rilevati, oltre a numerosi casi di porosità corticale, frequenti segni di periostite (Fig. 6), spesso di tipo puntinato, con qualche caso sporadico di osteite a carico delle ossa lunghe degli arti inferiori nei soggetti di età più alta.

Si sono inoltre osservate alcune tibie e fibule caratterizzate da una accentuata curvatura diafisaria, che doveva comportare varismo degli arti inferiori, attribuibile probabilmente a rachitismo (Fig. 7). Curvature anomale della dia-



Fig. 6 Caso di periostite riscontrato sulla tibia di un subadulto della tomba 9 (US 34) di Roccapelago.



Fig. 7 Accentuata curvatura diafisaria di tibia e fibula in un subadulto della tomba 9 (US 34) di Roccapelago, attribuibile a rachitismo.

fisi si sono evidenziate anche a carico delle ossa lunghe degli arti superiori, confermando la ricorrente presenza di probabile rachitismo nella popolazione infantile di Roccapelago, plausibilmente attribuibile a deficit alimentari o a malassorbimento della vitamina D, a causa della dieta povera dal punto di vista nutrizionale e delle patologie intestinali quali enteriti e verminosi, che dovevano caratterizzare le condizioni di vita di una comunità rurale montana dell'epoca.

Caratteri epigenetici

Oltre ai segni di patologie, di cui si è riferito sopra, l'esame dei resti scheletrici ha rivelato anche la presenza di numerosi caratteri epigenetici. Nel cranio, come si evince dal grafico di Fig. 8, relativamente ricorrenti sono risultate le granulazioni del Pacchioni (Fig. 9) sulla superficie dell'endocranio e le docce sovraorbitarie, mentre più sporadica è apparsa la presenza di forami sovraorbitari, fori parietali e ossa wormiane. La ricorrenza negli individui in esame di caratteri epigenetici può essere messa in relazione con le condizioni di relativo isolamento e conseguente endogamia della comunità di Roccapelago dell'epoca.

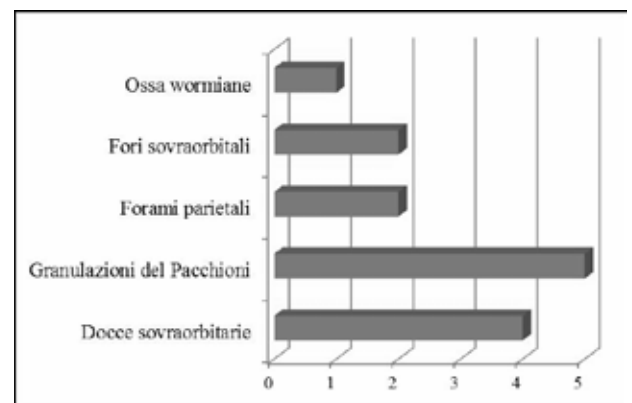


Fig. 8 Incidenza dei principali caratteri epigenetici rinvenuti sui resti scheletrici dei subadulti della TB 9 (US 34) di Roccapelago.



Fig. 9 Caso di granulazioni del Pacchioni nell'endocranio di un subadulto della tomba 9 (US 34) di Roccapelago.

Associazione di alcuni segmenti scheletrici

In base alla compatibilità delle caratteristiche morfologiche, metriche, cromatiche e dell'età stimata si è tentato di associare tra loro le ossa lunghe degli arti inferiori attribuibili a singoli individui. Ovviamente, detta associazione è da ritenersi soltanto indiziaria, tanto più nei casi

in cui mancano le epifisi. Con tutti i limiti suddetti le associazioni apparentemente attendibili riguardano 8 individui di cui 3 attribuibili alla classe di età di 3-5 anni, 4 alla classe di 1-4 anni e 1 di età inferiore ai 12 mesi. Nella Fig. 10 sono riportati due esempi di tali associazioni.

Conclusioni

La ricerca oggetto di questo studio si è focalizzata sui resti scheletrici recuperati dalla tomba 9, identificata con la US 34, posta all'interno di un ambiente a volta situato sotto il pavimento della chiesa di Roccapelago, tomba che fu adibita quasi esclusivamente alla sepoltura di infanti e subadulti.

La determinazione del numero minimo di individui (NMI) ha consentito di stabilire che nella tomba erano presenti resti attribuibili ad almeno 77 individui. La stima dell'età di morte degli inumati ha rivelato che essa varia dall'età

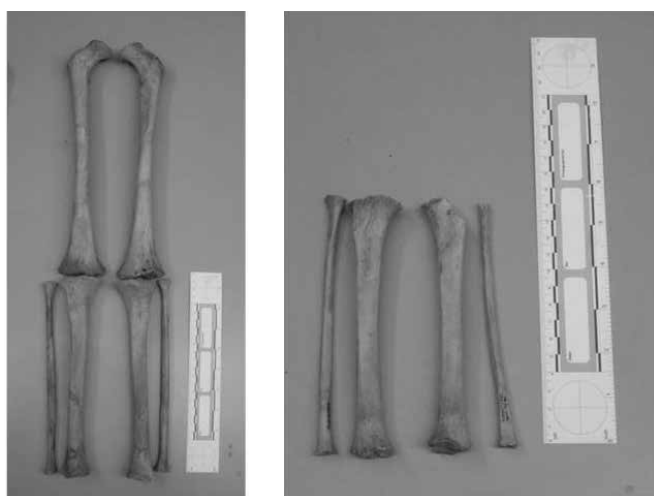


Fig. 10 Esempio di associazione di elementi ossei pari attribuibili al medesimo individuo.

perinatale fino ai 9 anni. In base ai dati ottenuti si è potuto dedurre una elevata mortalità entro il quarto anno di vita, mortalità che tende poi a diminuire al crescere dell'età, in particolare nella classe di età 5-9 anni. Gli individui che superavano i 9 anni avevano una discreta speranza di vita, mentre in età perinatale e post-natale fino ai 5-9 anni, la probabilità di raggiungere l'età adulta era molto bassa.

In una percentuale significativa di inumati sono state evidenziate anomalie e difetti della crescita, plausibilmente attribuibili alle cattive condizioni di vita e di sussistenza a cui erano sottoposti e che potrebbero essere state anche la causa, almeno indiretta, della loro morte precoce.

I difetti della crescita sopra ricordati sono confermati anche dalla frequente ricorrenza di *cribra cranii* e *orbitalia*, generalmente indicatori di anemie anche da malnutrizione, nonché dai casi di periostite, osteite e probabile rachitismo. Verosimilmente l'epoca dello svezzamento doveva risultare particolarmente critica per i bambini, come sembra esser confermato dalla drastica riduzione dell'incremento staturale nella classe di età 1-4 anni rispetto a quanto si rileva attualmente negli infanti italiani coetanei. Sui segmenti scheletrici di alcuni individui, nonostante la loro giovane età, sono stati evidenziati segni di entesopatie a livello di alcune inserzioni muscolo-tendinee, dal che si potrebbe dedurre che probabilmente i bambini, già in età prepuberale, fossero avviati ad attività lavorative.

Sui resti degli inumati in esame sono stati evidenziati alcuni caratteri epigenetici ricorrenti, in particolare le granulazioni del Pacchioni sulla superficie dell'endocranio e le docce sovraorbitarie. Si tratta di caratteri che compaiono occasionalmente sullo scheletro, per i quali si riconosce una base genetica e per questo la loro ricorrenza

in un gruppo umano può essere indice di parentela fra gli individui. Da ciò si potrebbe dedurre che la comunità di Roccapelago dell'epoca fosse relativamente isolata ed endogamica, cioè che i matrimoni avvenissero prevalentemente tra individui interni alla comunità stessa.

Bibliografia

BLACK S., SCHAEFER M., SCHEUER L. 2009, *Juvenile Osteology: a Laboratory and Field Manual*, Elsevier Academic Press.

BLACK S., SCHEUER L. 2000, *Developmental Juvenile Osteology*, Academic Press, New York.

CAMBONI D. 2005, *La difficoltà di analisi dei reperti ossei infantili*, «Rendiconti Seminario Facoltà Scienze Università Cagliari», Vol. 75, Fasc. 1-2.

CAPASSO L. 2008, *Principi di storia della patologia umana*, Società Editrice Universo, Roma.

CICOGNANI A., BALSAMO A. 2006, *I nuovi percentili italiani*, in *Lecce XVIII, Congresso nazionale Società Italiana di Pediatria preventiva e sociale* (28-31 ottobre 2006).

FONTANA A. 1997-1998, *Roccapelago*, «Rassegna Frignanese», Serie 1, Fasc. 29, pp. 453-457.

GIMORRI A. 1935-36, *Roccapelago nuova*, «Atti e Memorie per la Deputazione di Storia Patria per le Antiche Province Modenesi», Serie 3, Fasc. 3, pp. 83-90.

MARESH M. 1970, *Measurements from roentgenograms*, in McCAMMON R.W. (Ed.), *Human Growth and Development*, Springfield IL, C.C. Thomas.

MORDINI A. 1997-1998, *Vita, governo e società nella comunità di Roccapelago*, «Rassegna Frignanese», Serie 1, Fasc. 29, pp. 425-441.

MUCCI P., MORDINI A. 1999, *L'epoca di Obizzo da Montegarullo*, Roccapelago.

RUBINI M. 2008, *Elementi di paleopatologia*, CISU, Roma.

RUFF CH. 2009, *Body size prediction from juvenile skeletal remains*, «American Journal of Physical Anthropology», 133, pp. 698-716.

Elisabetta Cilli*, Alessio Zedde*, Patrizia Serventi*, Sara De Fanti**,
Andrea Quagliariello**, Stefania Sarno**, Giulia Graffi*, Monica Mosconi*,
Mirko Traversari*, Donata Luiselli**, Giorgio Gruppioni*

Il DNA delle mummie di Roccapelago: risultati preliminari

Introduzione

Il ritrovamento, nella cripta della chiesa della Conversione di San Paolo di Roccapelago (MO), di resti umani attribuibili a un elevato numero di individui, cronologicamente collocabili fra il XVI e il XVIII sec., ha dato la possibilità di sviluppare un ampio progetto multidisciplinare, che ha coinvolto diversi ambiti di ricerca: dall'archeologia all'antropologia, dalla paleopatologia all'entomologia, dall'archivistica allo studio dell'abbigliamento, ecc. Ciò anche grazie alle straordinarie condizioni di conservazione dei resti, in parte mummificati, e alla numerosità degli inumati, i quali rappresentano plausibilmente l'intera comunità montana di Roccapelago che si è susseguita nell'arco di circa duecento anni.

Nel contesto di simili ricerche, oggi un contributo significativo può derivare dall'analisi genetica dei reperti biologici attraverso l'esame del DNA che in essi si conserva, il cosiddetto DNA antico (aDNA). Ciò apre nuovi affascinanti orizzonti di ricerca rendendo possibile ricostruire la storia degli organismi che hanno lasciato qualche

traccia del loro passato. Questa testimonianza è racchiusa nel genoma di ogni essere vivente e, grazie ai continui progressi della biologia molecolare, è oggi possibile decifrarla, sia pure con i limiti derivanti dallo stato di conservazione della molecola di DNA che, dopo la morte dell'individuo, va incontro a processi più o meno intensi di frammentazione e degradazione, dovuti ai fattori chimico-fisici dell'ambiente di deposizione.¹ Il DNA recuperato da tessuti biologici antichi può contenere le risposte ad una serie di interrogativi sul passato della nostra specie o di altri organismi. Le applicazioni in questo settore di ricerca possono essere molteplici: studi evolutivi, identificazione di patologie infettive o genetiche, identificazione personale, definizione di rapporti di parentela tra individui, ricostruzione della dieta e caratterizzazione genetica di gruppi umani del passato. Attraverso l'analisi del DNA, notevoli risultati, ad esempio, sono stati raggiunti, oltre che nella caratterizzazione dell'umanità fossile, nella ricostruzione della storia bioculturale delle popolazioni etrusca² e nuragica,³ di gruppi asiatici,⁴ nonché dell'antico popolamento della Polonia.⁵

* Dipartimento di Beni Culturali, Laboratorio di Antropologia fisica e del DNA antico, Università di Bologna, Campus di Ravenna.

** Dipartimento di Scienze Biologiche, Geologiche e Ambientali, Laboratorio di Antropologia Molecolare e Centre for Genome Biology, Università di Bologna.

¹ CARAMELLI 2009.

² VERNESI *et al.* 2004; GHIROTTO *et al.* 2013.

³ CARAMELLI *et al.* 2007.

⁴ KEYSER-TRACQUI *et al.* 2003; KEYSER-TRACQUI *et al.* 2006.

⁵ JURAS *et al.* 2014.

In questo contesto di ricerche rientra anche il progetto di studio del DNA nell'antica popolazione di Roccapelago. Esso è nato con l'intento di caratterizzare geneticamente questa interessante comunità montana che nella cripta della sua chiesa ci ha lasciato una preziosa testimonianza del suo passato e di ricollegarla con gli attuali abitanti del borgo.

Nella prospettiva di porre le basi per un ampio progetto integrato di archeologia, antropologia, biologia e genetica umana, ci si è proposti i seguenti obiettivi:

1. creare una biobanca del DNA dei membri della comunità del passato e dei viventi, secondo una scansione cronologica dal XVI secolo ad oggi. La peculiarità di detta biobanca risiede nel fatto che essa verrebbe a contenere il DNA di individui della medesima comunità che si sono succeduti nell'arco di oltre 400 anni, offrendo la possibilità di svolgere studi longitudinali di genetica e genomica umana;
2. individuare, fra i campioni di DNA costituenti la biobanca, le linee parentali maschili e femminili, mediante l'incrocio dei dati anagrafici dedotti dai registri parrocchiali e civili con quelli emersi dall'esame genetico;
3. creare un database in cui archiviare i dati (da trattarsi in forma anonima) di carattere antropologico, patologico, nutrizionale di ciascuno dei membri della biobanca che in un secondo momento verranno integrati con i dati genetici.

Il progetto, tuttora in corso, di cui vengono qui presentati i primi risultati, prevede innanzitutto l'analisi molecolare del DNA estratto da campioni di tessuti biologici antichi, come ossa e denti, prelevati dai resti rinvenuti nella cripta della chiesa. I marcatori genetici scelti per questo studio sono definiti 'uniparentali', in quanto vengono trasmessi da uno solo dei due genitori. Nello specifico sono stati analizzati il DNA mitocondriale ed il cromosoma Y. Il DNA mitocondriale,⁶ a differenza di quello nucleare, si trasmette solo per via materna, mentre il cromosoma Y solo per via paterna.⁷

La ricerca ha previsto l'applicazione delle più recenti ed innovative tecniche nel campo del DNA antico, comprese le tecnologie di sequenziamento di nuova generazione (*Next Generation Sequencing*).

Le analisi sono state svolte tenendo sempre conto delle principali linee guida previste nel settore di ricerca del DNA antico. In particolare, queste rigorose procedure (*Golden criteria*)⁸ prevedono l'obbligo di utilizzare un laboratorio esclusivamente dedicato all'estrazione del DNA antico (*clean lab*) ed un accurato monitoraggio delle possibili contaminazioni dei campioni, in tutte le fasi della ricerca, dal campionamento alle analisi in laboratorio. E' stato infatti chiaramente dimostrato come la possibilità di contaminazione da DNA esogeno moderno sia molto elevata qualora non siano state prese le adeguate precauzioni.⁹ In aggiunta a tutte le rigorose procedure volte a limitare le contaminazioni, sono

⁶ Del DNA mitocondriale (mtDNA) è stata presa in esame la prima regione ipervariabile (HVRI).

⁷ Per il cromosoma Y sono stati analizzati alcuni marcatori denominati microsatelliti (*Short Tandem Repeats* o *STRs*) costituiti da un tratto del DNA formato da una sequenza breve ripetuta molte volte del DNA: la ripetizione è comunemente tra 2 e 5 paia di basi.

⁸ COOPER, POINAR 2000.

⁹ PILLI *et al.* 2013.



Fig. 1 Preparazione di un campione dentale per l'estrazione del DNA.

stati genotipizzati tutti i ricercatori venuti in contatto con i reperti analizzati.¹⁰

Materiali e metodi

Il campionamento dei reperti destinati all'analisi del DNA antico ha riguardato un numero cospicuo di individui, che coprono l'arco temporale tra il XVI e il XVIII secolo¹¹ coincidente con la fase di utilizzo della cripta della chiesa della Conversione di S. Paolo a Roccapelago come luogo di sepoltura. Tutte le fasi di analisi dell'aDNA (campionamento, trattamento dei campioni, estrazione ed amplificazione) sono state condotte con apposite tute integrali dotate di cappuccio, guanti e maschere di prote-

zione, onde evitare la contaminazione da DNA esogeno. I campioni che consentono di ottenere risultati migliori nell'analisi del DNA antico sono rappresentati dai denti (Fig. 1) che, grazie alla loro peculiare struttura compatta e al rivestimento di smalto, offrono una più efficace protezione contro la degradazione e la contaminazione del DNA.¹² Per ogni individuo è stato campionato anche un frammento di femore al fine di incrociare i dati emersi dai differenti distretti e monitorare la presenza di DNA contaminante. In totale sono stati effettuati prelievi su circa 100 individui recuperati dalla cripta.

Allo scopo di effettuare uno studio genetico sulla popolazione di Roccapelago secondo una prospettiva diacronica, dalla fine del '500 ad oggi,

¹⁰ GILBERT *et al.* 2005.

¹¹ GRUPPIONI *et al.* 2010.

¹² ADLER *et al.* 2011; HIGGINS, AUSTIN 2013; HIGGINS *et al.* 2013; PILLI *et al.* 2013.

sono stati campionati, mediante prelievo buccale, numerosi individui attualmente residenti nel territorio, portatori di cognomi che, in base ai dati rilevati nei registri della parrocchia di Roccapelago, risultano essere quelli più ricorrenti fin dalle origini del paese.¹³

Presso il Laboratorio di Antropologia e DNA antico del Dipartimento di Beni Culturali sono state effettuate le fasi più critiche della procedura di analisi del DNA antico, tra cui l'estrazione, mentre presso il Laboratorio di Antropologia Molecolare e Centre for Genome Biology del Dipartimento BiGeA sono state eseguite le successive operazioni di sequenziamento massivo e genotipizzazione.

I campioni antichi sono stati estratti tramite membrane silicee,¹⁴ secondo un protocollo ottimizzato dai ricercatori coinvolti nel presente progetto. Il DNA è stato quantificato attraverso saggio fluorimetrico tramite Qubit (Invitrogen). Successivamente si è proceduto alla amplificazione sia del DNA mitocondriale che del cromosoma Y.

Per quanto riguarda il DNA mitocondriale è stato amplificato il frammento HVR1 (hypervariable region 1) tramite l'utilizzo di tre coppie di primers. I frammenti amplificati sono stati analizzati sia tramite clonaggio e successivo sequenziamento in Sanger,¹⁵ sia tramite sequenziamento massivo su piattaforma Ion Torrent PGM (Life Technologies). Per lo studio del cromosoma Y, in un primo momento, è stato impiegato il kit AmpFLSTR® Yfiler® PCR Amplification (Life Technologies). In seguito tuttavia il kit PowerPlex® Y23 System (Promega) si è dimostrato più

sensibile e maggiormente adatto ad essere utilizzato sul DNA antico, permettendo di analizzare simultaneamente 23 microsatelliti del cromosoma Y.

Primi risultati e prospettive future

I campioni prelevati dai resti umani hanno mostrato alte concentrazioni di DNA endogeno, grazie alle ottime condizioni di conservazione dei corpi. La presenza di due finestre nella parete orientale della cripta ha permesso, infatti, un'intensa ventilazione del locale che, unitamente al clima fresco e asciutto, ha favorito una rapida disidratazione dei tessuti e la loro conservazione nel tempo.

Al momento, della popolazione antica recuperata dalla cripta, sono stati analizzati 32 individui per il DNA mitocondriale e 9 individui per il cromosoma Y mentre, per quanto riguarda la popolazione vivente, sono stati analizzati 15 individui.

I dati preliminari emersi dallo studio del cromosoma Y hanno fornito interessanti risultati che hanno permesso di condurre un'indagine su doppia scala, sul piano popolazionistico e su quello identificativo delle linee parentali.

A livello locale, dal confronto degli aplotipi del cromosoma Y riscontrati negli inumati della cripta e nella popolazione attuale di Roccapelago è emerso un significativo *match* tra un individuo antico campionato fra gli inumati, attualmente musealizzato, insieme ad alcuni altri, nella cripta della Chiesa di S. Paolo, ed uno degli individui viventi campionati (Fig. 2) rendendo

¹³ L'attento vaglio della documentazione dell'archivio parrocchiale rientra nell'ambito della tesi di dottorato di Mirko Traversari, nella cornice del PhD programme in Cultural Heritage Studies.

¹⁴ ROHLAND *et al.* 2010; DABNEY *et al.* 2013.

¹⁵ Il principio della tecnica sviluppata da Fred Sanger si basa sull'utilizzo di nucleotidi modificati (dideossitriofosfato, ddNTPs) per interrompere la reazione di sintesi in posizioni specifiche.

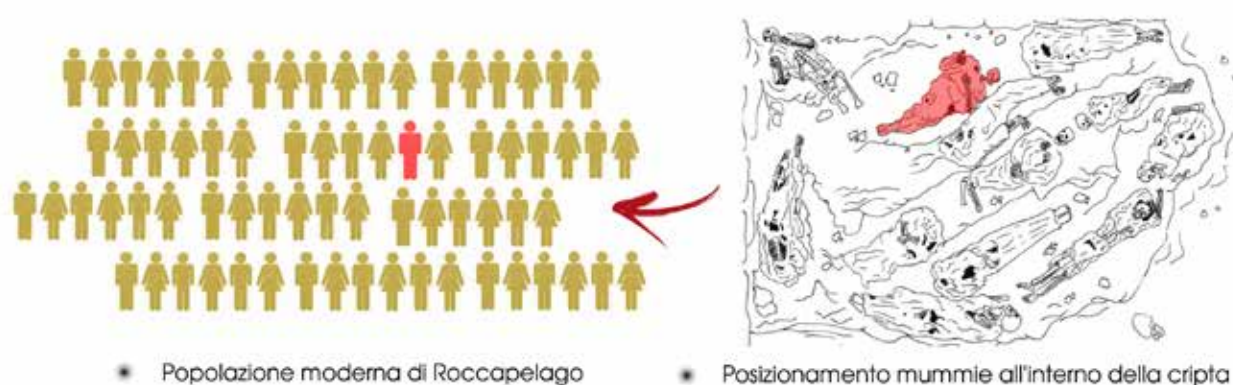


Fig. 2 Individuazione di una linea del cromosoma Y che collega un abitante di Roccapelago con un suo antenato, attualmente musealizzato nella cripta della chiesa.

possibile, anche grazie all'incrocio con i dati dell'archivio parrocchiale, la identificazione di una delle linee parentali maschili che congiungono la comunità del passato con quella attuale. Ciò conferma la possibilità che, attraverso l'ampliamento della ricerca, si possa giungere alla identificazione di linee parentali che dal passato si saldano con quelle viventi, con la possibilità di analizzare la segregazione genetica, nell'arco di quattro secoli, di caratteri fenotipici o patologici. Su una scala più ampia, gli aplotipi del cromosoma Y, sia del campione antico che del campione moderno, sono stati comparati con quelli di altre popolazioni, inseriti in un database appositamente creato. Tale operazione risponde all'obiettivo di individuare gli aplotipi più simili e calcolare le distanze genetiche rispetto alle popolazioni di confronto, consentendo di inquadrare meglio la popolazione di Roccapelago nell'ambito della variabilità genetica dell'Italia nord-occidentale e in particolare delle popolazioni dell'area toско-emiliana.

Gli indici di distanza genetica hanno rivelato che la popolazione di Roccapelago diverge rispetto alle altre popolazioni di confronto e sembra qualificarsi come un possibile caso di isolato genetico, come ad esempio una piccola comunità

originatasi da pochi individui fondatori e rimasta successivamente a lungo isolata. È interessante inoltre sottolineare come la popolazione di Roccapelago mostri maggiori affinità genetiche con le popolazioni della Piana di Lucca e di Grosseto/Siena, e in generale con le popolazioni toscane, rispetto a quelle emiliane (Bologna e Modena). Grazie all'integrazione del dato genetico con i dati storici, la situazione riscontrata potrebbe essere ricondotta ai movimenti dei pastori che spostavano le greggi lungo le linee di transumanza, le quali collegavano Roccapelago con le zone di Lucca e Grosseto.

L'ampliamento del numero di campioni esaminati ed il completamento delle analisi genetiche consentiranno una migliore comprensione della struttura genetica della comunità di Roccapelago e della sua storia.

Parallelamente a questa ricerca di genetica di popolazione, presso gli stessi laboratori, è in corso l'analisi del microbiota intestinale delle mummie rinvenute a Roccapelago, cioè dell'insieme di microrganismi simbiotici ospiti del tubo digerente umano che residuano nel record archeologico. Un tale studio su campioni antichi permetterebbe di definire uno stato ancestrale delle comunità microbiche e la loro conseguente

co-evoluzione con l'uomo. Inoltre, l'analisi della composizione batterica intestinale può rappresentare un approccio innovativo rispetto ai metodi classici etno-antropologici, permettendo di dedurre informazioni sulle abitudini alimentari, sullo stile di vita e sulle condizioni di salute di antiche popolazioni.

Inoltre la popolazione di Roccapelago, per le sue caratteristiche genetiche, che sembrano ricondurla ad un potenziale isolato genetico, potrebbe essere candidata come popolazione ideale anche in progetti di ricerca sulla longevità o di genetica medica. Difatti lo studio di alcune malattie ereditarie multifattoriali, come ad esempio le malattie cardiovascolari, risulterebbe semplificato, data la compresenza di alcune peculiarità quali il piccolo numero di fondatori della popolazione, l'omogeneità ambientale e fenotipica e la limitata distribuzione geografica.¹⁶

I dati preliminari finora ottenuti preannunciano risultati di notevole interesse, la cui lettura integrata consentirà la ricostruzione e la miglior comprensione delle dinamiche sociali e bioculturali che hanno caratterizzato la storia della piccola comunità di Roccapelago.

Bibliografia

ADLER C., HAAK W., DONLON D., COOPER A. 2011, *Survival and recovery of DNA from ancient teeth and bones*, «Journal of Archaeological Science», XXXVIII, pp. 956-964.

ARCOS-BURGOS M., VÉLEZ-JUARBE J., SOLOMON B., MUENKE M. 2012, *A common genetic network underlies disruptive or externalizing disorders*, «Human Genetics», CCXXXI, pp. 917-929.

CARAMELLI D. 2009, *Antropologia Molecolare, Manuale di base*, Firenze, Firenze University Press.

CARAMELLI D., VERNESI C., SANNA S., SAMPIETRO L., LARI M., CASTRÌ L., VONA G., FLORIS R., FRANCALACCI P., TYKO R., CASOLI A., BERTRANPETIT J., LALUEZA-FOX C., BERTORELLE G., BARBUJANI G. 2007, *Genetic variation in prehistoric Sardinia*, «Human Genetics», CXXII, pp. 327-336.

COOPER A., POINAR H. 2000, *Ancient DNA: Do It Right or Not at All*, «Science», CCLXXXIX, p. 1139.

DABNEY J., KNAPP M., GLOCKE I., GANSAUGE M.-T., WEIHMANN A., NICKEL B., VALDIOSERA C., GARCÍA N., PÄÄBO S., ARSUAGA J.-L., MEYER M. 2013, *Complete mitochondrial genome sequence of a Middle Pleistocene cave bear reconstructed from ultrashort DNA fragments*, «Pnas», CX, pp. 15758-15763.

GHIROTTI S., TASSI F., FUMAGALLI E., COLONNA V., SANDIONIGI A., LARI L., VAI S., PETITI E., CORTI G., RIZZI E., DE DELLIS G., CARAMELLI D., BARBUJANI G. 2013, *Origins and Evolution of the Etruscans' mtDNA*, «Plos One», VIII, pp. 1-11.

GILBERT T. P., RUDBECK L., WILLERSLEV E., HANSEN A., SMITHE C., PENKMANE K. E.H., PRANGENBERGE K., NIELSEN-MARSHE C.M., JANSJ M.E., ARTHUR P., LYNNERUPI N., TURNER-WALKER J. G., BIDDLEK M., KJØLBYE-BIDDLEK B., COLLINS M.J. 2005, *Biochemical and physical correlates of DNA contamination in archaeological human bones and teeth excavated at Matera, Italy*, «Journal of Archaeological Science», XXXII, pp. 785-793.

GRUPPIONI G., LABATE D., MERCURI L., MILANI V., TRAVERSARI M., VERNIA B. 2010, *Gli scavi della Chiesa di San Paolo di Roccapelago nell'Appennino modenese. La cripta con i corpi mummificati naturalmente*, «Pagani e Cristiani. Forme e attestazioni di religiosità del mondo antico in Emilia», X, pp. 219-245.

HIGGINS D., AUSTIN J. 2013, *Teeth as a source of DNA for forensic identification of human remains*, «Science & Justice», LIII, pp. 433-441.

HIGGINS D., KAIDONIS J., TOWNSEND G., HUGHES T., AUSTIN J. 2013, *Targeted sampling of cementum for recovery of nuclear DNA from human teeth and the impact of common decontamination measures*, «Investigate Genetics», IV, pp. 1-8.

¹⁶ ARCOS-BURGOS *et al.* 2012; JORDE *et al.* 2000.

JORDE L., WATKINS S., BAMSHAD M., DIXON E., RICKER E., SEIELSTAD M. 2000, *The distribution of human genetic diversity: A comparison of mitochondrial, autosomal, and Y chromosome data*, «American Journal of Human Genetics», LXVI, pp. 979-988.

JURAS A., DABERT M., KUSHNIAREVICH A., MALMSTROM H., RAGHAVAN M., KOSICKI J.Z., METSPALU E., WILLERSLEV E., PIONTEK J. 2014, *Ancient DNA Reveals Matrilineal continuity in present-day Poland over the last Two Millennia*, «Plos One», IX, pp. 1-9.

KEYSER-TRACQUI C., CRUBÉZY E., LUDE B. 2003, *Nuclear and Mitochondrial DNA Analysis of a 2,000-Year-Old Necropolis in the Egiin Gol Valley of Mongolia*, «American Journal of Human Genetics», LXXIII, pp. 247-260.

KEYSER-TRACQUI C., CRUBÉZY E., PAMZSAV H., VARGA T., LUDES B. 2006, *Population origins in Mongolia: genetic structure analysis of ancient and modern DNA*, «American Journal of Physical Anthropology», CXXXI, pp. 272-281.

PILLI E., MODI A., SERPICO C., ACHILLI A., LANCIONI H., LIPPI B., BERTOLDI F., GELICHI S., LARI M., CARAMELLI D. 2013, *Monitoring DNA Contamination in Handled vs. Directly Excavated Ancient Human Skeletal Remains*, «Plos One», VIII, pp. 1-6.

ROHLAND N., SIEDEL H., HOFREITER M. 2010, *A rapid column-based ancient DNA extraction method for increased sample throughput*, «Molecular Ecology Resources», X, pp. 677-683.

VERNESI C., CARAMELLI D., DUPANLOUP I., BERTORELLE G., LARI M., CAPPELLINI E., MOGGI-CECCHI J., CHIARELLI B., CASTRÌ L., CASOLI A., MALLEGNI F., LALUEZA-FOX C., BARBUJANI G. 2004, *The Etruscans: A Population-Genetic Study*, «American Journal of Human Genetics», LXXIV, pp. 694-704.

Massimo Andretta*, Darinn Cam*, Giancarlo Righetti*

Nuove risultanze delle analisi paleonutrizionali sulle mummie di Roccapelago

Introduzione

La paleonutrizione è un settore della ricerca antropologica che, attraverso l'uso di sofisticate tecniche di analisi chimico/fisiche (in grado di determinare concentrazioni di parti su un miliardo o anche inferiori), permette di identificare gli elementi accumulati nelle ossa a seguito dell'alimentazione prevalente seguita in vita. Le abitudini alimentari così ricostruite permettono, in questo modo, di risalire ai relativi modelli di produzione e di consumo e, più in generale, a tutte le relazioni socio - economico - culturali inevitabilmente connesse all'alimentazione degli antichi gruppi umani studiati.¹ Integrando le informazioni così ottenute con dati di natura archeobotanica ed archeozoologica, è, quindi, possibile tracciare un quadro esaustivo sia dal punto di vista antropologico, sia archeologico, delle popolazioni passate.

Le analisi effettuate nella seconda fase della ricerca sulle mummie di Roccapelago hanno

integrato e completato le informazioni precedentemente dedotte dallo studio dei primi 15 campioni osteologici prelevati dalla porzione corticale di femore appartenenti a 10 individui di sesso femminile ed a 5 individui di sesso maschile, i cui risultati sono stati resi pubblici nel 2012.² Nel presente lavoro si descrivono, in particolare, i risultati delle analisi condotte su ulteriori 13 campioni osteologici umani prelevati, a differenza delle analisi precedenti, dagli arti superiori e riferiti a reperti più antichi dei precedenti. Queste analisi sono state condotte anche per verificare eventuali differenze nell'accumulo di elementi in traccia in soggetti appartenenti alla medesima popolazione, ma vissuti in tempi differenti, al fine di verificare le eventuali differenze nelle rispettive abitudini alimentari. Le determinazioni analitiche hanno riguardato i seguenti elementi in traccia, indicatori di specifiche prevalenze negli usi alimentari della popolazione analizzata, come di seguito sintetizzato:

Elemento cercato	Caratteristico di una dieta a base di	Note
Calcio	Latte e derivati, noci, soia, sardine, prezzemolo, varie qualità di cavolo	Elemento utilizzato per ridurre i margini di errore dovuti a fenomeni "diagenetici" post mortem
Magnesio	Noci, bacche, cereali, tuberi, legumi, carne, crusca, cacao, soia, miglio, arachidi	
Rame	Crostacei, molluschi, viscere, carne, noci, vegetali, miele	
Stronzio	Noci, bacche, cereali, tuberi, legumi, carne, vegetali con foglie verdi, crostacei, molluschi, pesce ³	

* Centro Ricerche e Servizi Ambientali - C.R.S.A., Ravenna; e_mail: massimo.andretta@unibo.it.

¹ BARTOLI, BACCI 2009.

² ANDRETTA *et al.* 2012.

³ BARTOLI, BACCI 2009; ANDRETTA *et al.* 2012.

Materiali e metodi

I campioni osteologici sono stati sottoposti ad una opportuna e specifica procedura di laboratorio.⁴ Essi sono stati privati della superficie esterna, maggiormente contaminata dal terreno, tramite rimozione meccanica e lavaggio in vaschette a ultrasuoni, in modo da eliminare la presenza di contaminanti inorganici adsorbiti durante la deposizione e ridurre, così, i problemi di una eventuale contaminazione non uniforme. Inceneriti in muffola (Forno a Muffola mod. Z-B ENCO) a 600°C per distruggere la componente organica, sono stati poi polverizzati in appositi mortai e disidratati per rimuovere l'acqua interstiziale e di idratazione dei minerali. Le ceneri (0,500 g/peso secco ciascuno) sono state quindi sottoposte ad attacchi acidi a caldo (in un forno a microonde) utilizzando 5 ml di HNO₃ (67%) in concentrazione pura e 5 ml di HCl (36-38%) in 1 M. Le soluzioni così trattate, infine, sono state portate a volume (50 ml) con acqua bidistillata. L'attacco con tali acidi permette la distruzione, tramite ossidazione, delle componenti organiche ancora presenti nei campioni, in modo tale da analizzare solo gli elementi inorganici desiderati. La successiva preparazione dei campioni e delle soluzioni standard di calibrazione procede, quindi, in accordo alle diverse caratteristiche degli elementi da analizzare tramite spettrometria ICP-AES (Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectroscopy) (modello Optima 4300 DV della Perkin Elmer®).

La spettrometria a plasma accoppiato induttivamente, normalmente indicata con la sigla ICP (Inductively Coupled Plasma) è una tecnica analitica molto precisa e sensibile in grado di deter-

minare diverse sostanze inorganiche metalliche e non-metalliche presenti in concentrazioni anche inferiori ad una parte per miliardo. Questa sensibilità e capacità di discriminare gli elementi inorganici è ottenuta attraverso l'analisi della luce emessa da una fiamma molto calda (intorno agli 8.000 °C), detta Torcia al Plasma, nella quale vengono iniettati e nebulizzati, i campioni da indagare. La lunghezza d'onda, vale a dire il colore della luce emessa dalla fiamma, discrimina i diversi elementi, mentre la sua intensità - confrontata con quella di uno standard di riferimento - permette di determinare, in maniera molto precisa, la quantità di sostanza presente.

Come riportato in precedenza, per la ricostruzione delle abitudini alimentari sono stati considerati come principali marcatori nutrizionali lo *stronzio* ed il *magnesio*, quali indicatori di una dieta di origine prevalentemente *vegetariana e cerealicola*, e lo *zinco* ed il *rame*, quali indicatori di dieta di origine *principalmente proteica*.

Consistenti concentrazioni di stronzio sono, infatti, contenute nei vegetali a foglia verde, ma anche nei molluschi e nei pesci di piccola taglia. Il germe di grano, la crusca e il frumento, i fiocchi e la farina di avena, contengono, invece, concentrazioni particolarmente elevate di magnesio mentre più modeste, ma pur sempre consistenti, contenuti di tale elemento sono rilevati nelle mandorle, nelle nocciole, nelle noci e nella frutta secca in genere. Alti contenuti di zinco sono riscontrabili nella carne rossa, nei derivati del latte e nei molluschi, di origine terrestre e/o marina; invero, anche i cereali e i legumi ne possiedono consistenti livelli, ma lo zinco di origine vegetale risulta meno disponibile ed assorbibile del precedente, in quanto tende a legarsi all'acido fitico,

⁴ BARTOLI, BACCI 2009.

presente in tali alimenti, formando un complesso insolubile. Tra gli alimenti ad alto contenuto di rame ricordiamo il fegato di bue e di vitello e le frattaglie in genere, senza sottovalutare le rilevanti concentrazioni riscontrate nei molluschi e nei crostacei.

È stato inoltre analizzato il calcio, quale elemento maggioritario costituente la matrice ossea, utile per valutare lo stato di preservazione *post mortem* e lo stato di salute *intra vitam*. Tale elemento, inoltre, è anche utile per standardizzare i dati rilevati ed attenuare l'influenza di eventuali contaminazioni diagenetiche attraverso il rapporto elemento/calcio.⁵ Il rapporto elemento/Ca presuppone, implicitamente, che un'eventuale perdita o arricchimento nel calcio comporti perdite o arricchimento di pari intensità negli altri elementi; condizione, quest'ultima, che, purtroppo, non è garantito, a priori, che si verifichi in tutte le situazioni.⁶ Il calcio è un elemento soggetto ad alterazioni diagenetiche e di

conseguenza il rapporto con elementi in traccia, che possiedono un diverso comportamento *post mortem*, può, alle volte, essere problematico. Pertanto, in tali casi, è consigliabile effettuare uno studio paleonutrizionale basandosi anche sull'interpretazione dei valori assoluti degli elementi rilevati, come anche riportato nel seguito di questo lavoro.

Presentazione dei risultati e discussione

I risultati delle analisi effettuate sui campioni ossei degli arti superiori sono sintetizzati nella Tab. 1. Nell'ultima riga, in grassetto, sono riportati i valori medi dei diversi elementi, ricavabili da dati di letteratura in soggetti considerati "normali".⁷ Tali risultati sono anche mostrati, in forma grafica, nelle figure seguenti, nelle quali i valori medi massimi e minimi vengono evidenziati, rispettivamente, con barre rosse e verdi.

Campioni	Calcio (mg/g)	Stronzio (ppm)	Rame (ppm)	Magnesio (ppm)
Arti superiori 1	402.6	236	11	825
Arti superiori 2	162.8	105	8	933
Arti superiori 3	317.2	197	11	853
Arti superiori 4	209.6	97	22	842
Arti superiori 5	351.1	199	4	1768
Arti superiori 6	177.7	101	19	920
Arti superiori 7	205.3	117	14	961
Arti superiori 8	280.5	183	26	945
Arti superiori 9	310.5	211	20	980
Arti superiori 10	414.8	237	16	1032
Arti superiori 11	299.0	219	13	991
Arti superiori 12	265.7	191	14	1126
Arti superiori 13	375.3	233	6	1621
Valori Standard	250 - 350	250 - 400	20 - 40	1500 - 2500

Tab. 1 Valori rilevati sui campioni di arti superiori.

⁵ DOUGLAS, KAVANAGH 1982, pp. 61-79; SCHOENINGER 1982, pp. 37-52; SILLEN, KAVANAGH 1982, pp. 67-90.

⁶ BACCI *et al.* 2007, pp. 187-194.

⁷ BARTOLI, BACCI 2009.

In Tab. 2 sono riportati i valori degli elementi femore, analizzati nella precedente campagna di misura.

Campioni	Calcio (mg/g)	Stronzio (ppm)	Rame (ppm)	Magnesio (ppm)
Ind 47	229	85	1,63	1958
Ind 73	270	129	0,38	2528
Ind 77	245	114	0,35	2288
Ind 78	264	64	0,18	2155
Ind 61	251	137	0,36	2425
Ind 76	240	77	0,31	2189
Ind 36	253	90	0,34	2178
Ind 58	248	84	0,33	2138
Ind 51	248	103	0,61	2090
Ind 79A	250	90	0,33	2262
Ind 79B	263	107	0,37	2621
Ind 69	240	92	0,44	2290
Ind 66	251	76	0,35	2267
Ind 81	235	99	0,30	2339
Ind 57	211	88	0,47	1857
Standard	250 - 350	250 - 400	20 - 40	1500 - 2500

Tab. 2 Valori rilevati sui campioni di femore.

Dai risultati delle analisi si evidenzia come la concentrazione di calcio risulti essenzialmente analoga nei due gruppi analizzati. Lo stronzio e, ancor più, il rame risultano presenti in concentrazioni maggiori negli arti superiori, mentre il magnesio è presente in concentrazioni maggiori nei campioni ossei femorali.

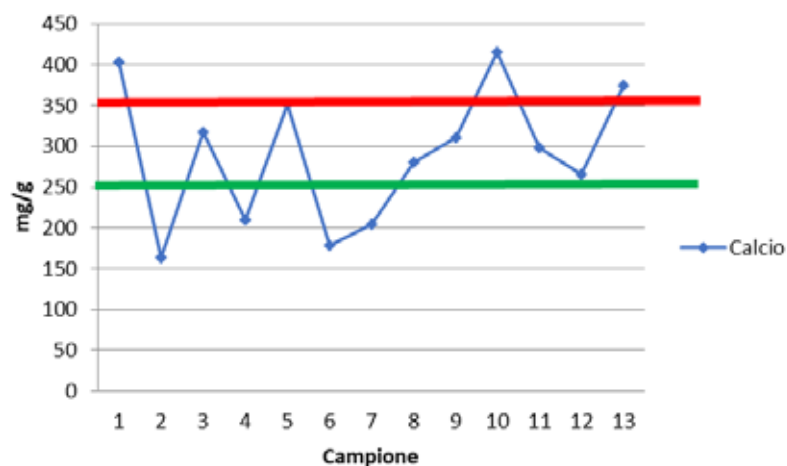


Fig. 1 Concentrazioni di Calcio.

In generale, è possibile evidenziare come i valori di calcio risultino, tendenzialmente, su valori standard minimi o inferiori alla media (Fig. 1), sintomo di uno stato patologico di sostanziale omogeneità o di una probabile deplezione *post mortem*; fenomeno diagenetico, questo, di frequente accadimento nelle sepolture in spazi vuoti. Tali concentrazioni potrebbero anche essere il risultato di un carente assorbimento del calcio in vita, che non ha permesso il raggiungimento di livelli ottimali a causa di una dieta poco diversificata.

Le concentrazioni di stronzio, nettamente inferiori alla norma (Fig. 2), sono tali da giustificare un quadro nutrizionale in cui il consumo di carne rossa, frutta e verdura risulta essere praticamente inesistente; condizione, questa, che potrebbe

essere all'origine di carenze alimentari e di eventuali stati patologici ad esse connessi. Gli esigui apporti di stronzio potrebbero essere derivati dal consumo sistematico di radici e piante selvatiche, copiosamente offerte dall'ambiente circostante. Il limitato ricorso alle risorse di origine animale è ulteriormente sostenuto dai valori irrilevanti (specie nei campioni femorali) di rame (Fig. 3), indicativi dell'assenza totale, nella dieta degli abitanti di Roccapelago, di cibi altamente proteici quali molluschi e frattaglie.

I consistenti livelli di concentrazione di magnesio (Fig. 4), per contro, sovente superiori alla norma (specie nei campioni femorali), sono indicativi di un quadro nutrizionale a carattere sostanzialmente cerealicolo. Crusca e frumento, ghiande e castagne sembrano essere oggetto di un consumo intensivo e sistematico e rappresentare le principali fonti di nutrimento per gli antichi abitanti del luogo.

Le Figg. 5-7 mostrano i valori degli elementi magnesio, rame e stronzio, normalizzati alle concentrazioni di calcio, per tener conto degli eventuali effetti diagenetici *post mortem*. Ci troviamo, quindi, di fronte ad una popolazione povera ma non affamata, che sembra trarre sostentamento da quello che risulta essere la sua estrema fonte di isolamento e al contempo di protezione: i monti, con tutta la natura in essi racchiusa.

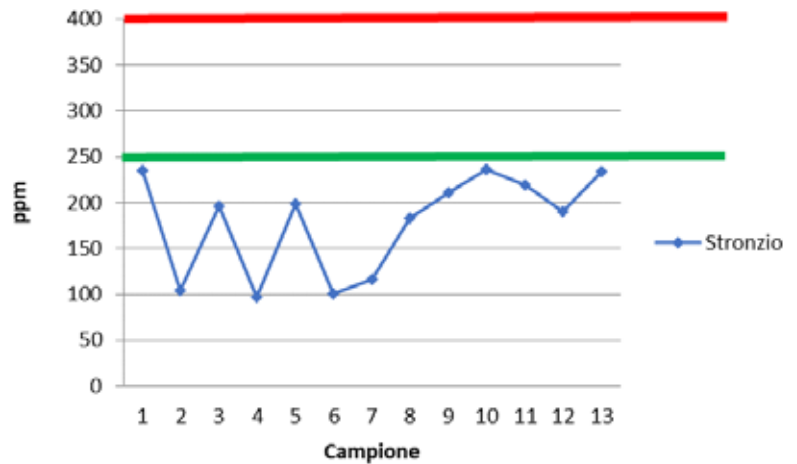


Fig. 2 Concentrazioni di Stronzio.

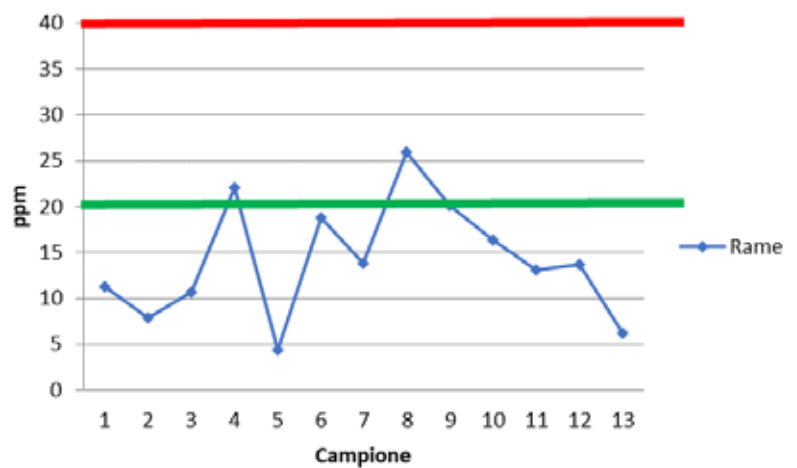


Fig. 3 Concentrazioni di Rame.

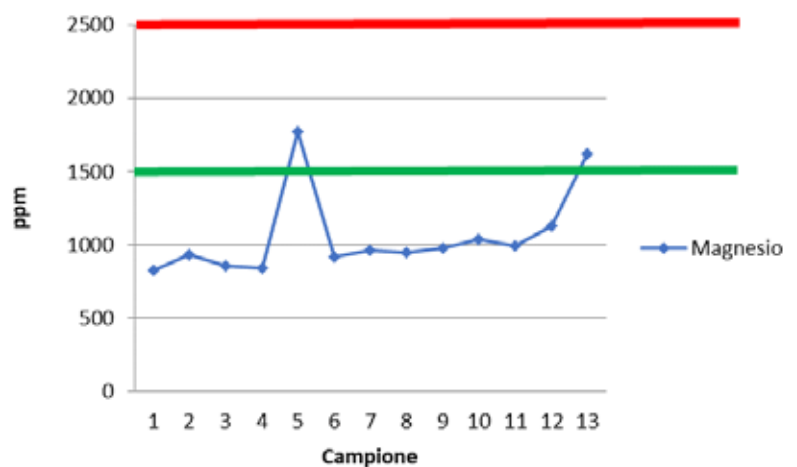


Fig. 4 Concentrazioni di Magnesio.

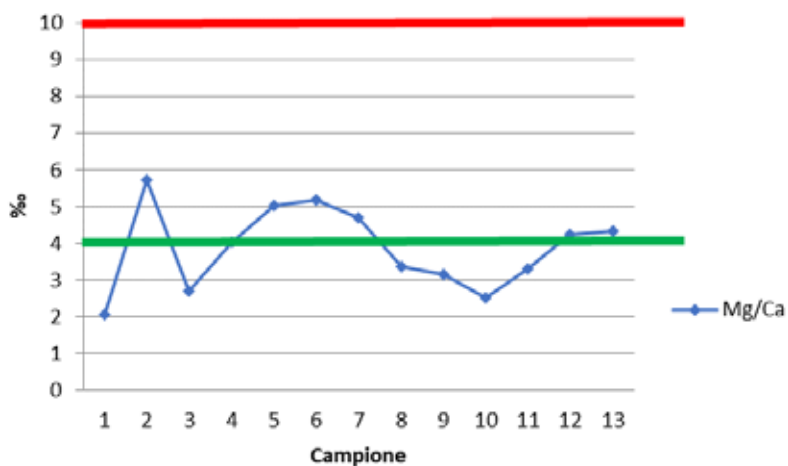


Fig. 5 Concentrazioni di Magnesio normalizzate rispetto al Calcio.

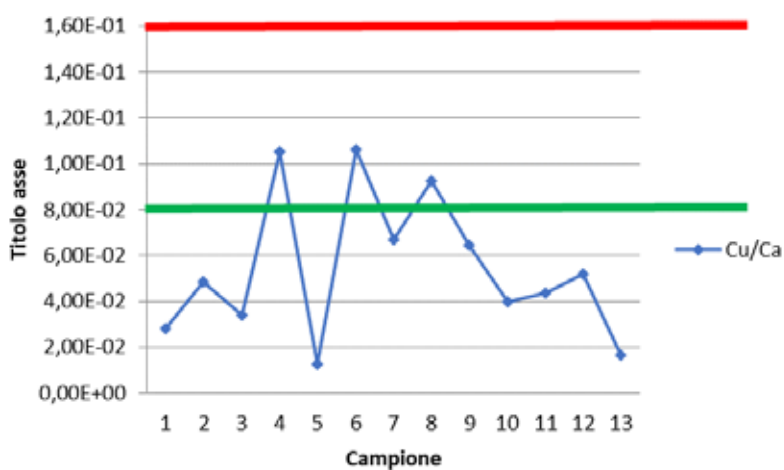


Fig. 6 Concentrazioni di Rame normalizzate rispetto al Calcio.

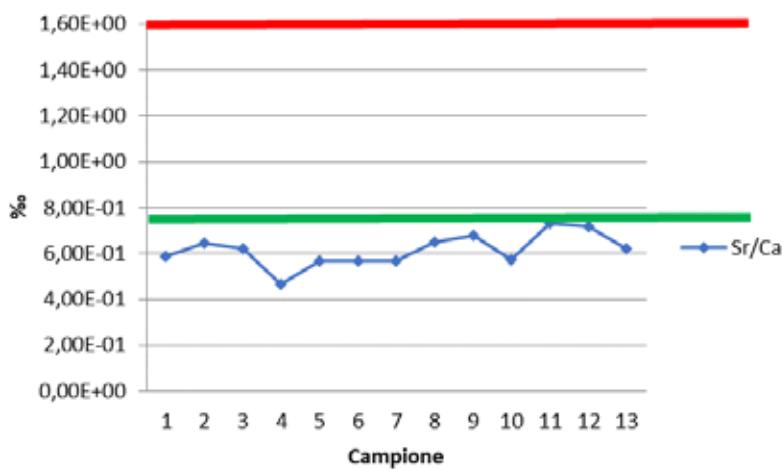


Fig. 7 Concentrazioni di Stronzio normalizzate rispetto al Calcio.

Bibliografia

ANDRETTA M., BACCI A., BARTOLI F., CAM D., PIERATTINI L., RIGHETTI G. 2012, *Ricostruzione della dieta degli abitanti di Roccapelago*, Modena.

BACCI A., BARTOLI F., MALLEGNI F. 2007, *Le indagini paleo nutrizionali: un contributo alle strategie di sussistenza delle popolazioni del Paleolitico Superiore italiano*, «International Journal of Anthropology», Numero speciale, pp. 187-194.

BARTOLI F., BACCI A. 2009, *Regime alimentare nei gruppi umani del passato*, in MALLEGNI F., LIPPI B. (a cura di), *Non omnis moriar*, 9, Roma, CISU.

DOUGLAS P.T., M. KAVANAGH M. 1982, *Bone composition and the reconstruction of diet: examples from the Midwestern United States*, «Midcontinental Journal of Archaeology», 7, pp. 61-79.

FIDANZA F., LIGUORI G. 1988, *Nutrizione umana*, Napoli, Idelson.

SCHOENINGER M. J. 1982, *Diet and the evolution of modern human from in the Middle East*, «American Journal of Physical Anthropology», 58, pp. 37-52.

SILLEN A., KAVANAGH M. 1982, *Strontium and paleodietary research: a review*, in *Yearbook of Physical Anthropology*, 25, pp. 67-90.

Ezio Fulcheri ^{*-**}, Giulia Mari^{*}, Jessica Marcato^{*}, Giorgio Gruppioni^{***}, Rosa Boano^{****}

I resti umani di Roccapelago: analisi istologiche dei tessuti mummificati per la diagnostica paleopatologica e la conservazione dei reperti

Introduzione

A partire dal 2008 la Chiesa della Conversione di San Paolo Apostolo, a Pievepelago, località Roccapelago, è stata oggetto di un importante progetto di restauro architettonico che ha portato alla scoperta e allo scavo integrale di un ambiente voltato interrato (originariamente una cannoniera funzionale alla rocca) oramai dimenticato. Una volta sgombrato l'ambiente dalle macerie, è apparso alla vista degli archeologi un impressionante cumulo di resti umani che subito ha catalizzato l'interesse generale restituendo complessivamente oltre 400 inumati fra infanti, bambini e adulti, in parte mummificati (o, più correttamente, parzialmente scheletrizzati).

Questa scoperta archeologica riveste un grande interesse scientifico, sia per le importanti conoscenze che potrà fornire per la ricostruzione della storia antropologica e bioculturale della piccola comunità vissuta tra il XVI e l' XVIII secolo in questa località, sia per indagare sui processi e sui meccanismi microevolutivi delle popolazioni umane e sul loro rapporto con l'ambiente e le risorse.

Nell'ambito di un più ampio progetto di ricerca multidisciplinare si è per tanto reso necessario

lo studio dei tessuti mummificati volto a determinare: 1) il tipo di mummificazione, 2) lo stato di conservazione delle mummie, 3) l'eventuale presenza o traccia di malattie.

Operativamente, nella prima fase della ricerca, si è scelto di effettuare una campionatura dei soggetti meglio conservati e ricollocati nella sede originaria (Fig. 1). Questa scelta è stata dettata per documentare la parte più importante della collezione e nel contempo effettuare un monitoraggio di essa in considerazione del progetto espositivo.

Note preliminari di tanatologia

Prima di affrontare il problema tecnico dell'istopatologia dei tessuti mummificati e conseguentemente delle indagini paleopatologiche su di essi eseguite, occorre ricordare i principi fondamentali dei processi di mummificazione siano essi naturali che artificiali (l'imbalsamazione – per definizione)¹.

La mummificazione naturale

La mummificazione è un processo naturale; si colloca tra i fenomeni cadaverici trasformativi

* Anatomia Patologica, Dipartimento di Scienze Chirurgiche e Diagnostiche Integrate, Università degli Studi di Genova.

** Cattedra UNESCO "Antropologia della salute- biosfera e sistemi di cura". Università degli Studi di Genova.

*** Dipartimento di Beni Culturali, Università di Bologna, Campus di Ravenna.

**** Laboratori di Antropologia, DBIOS, Università degli Studi di Torino.

¹ FULCHERI 2001.



Fig. 1 *Presentazione della collocazione delle mummie di Roccapelago al momento della campionatura.*

arrestandone la progressione e devianone gli effetti allorquando si determinino particolari condizioni ambientali.

I fenomeni cadaverici trasformativi comprendono l'autolisi, l'autodigestione, la putrefazione, la colliquazione, la scheletrizzazione e la polverizzazione.

Perché si instauri una mummificazione naturale occorre che i primi siano ridotti al minimo (autolisi ed auto digestione) ma che soprattutto non si realizzi la putrefazione. La putrefazione si determina per azione dei batteri, siano essi presenti nell'organismo all'atto della morte (come la flora intestinale) o lo colonizzino dall'esterno, vale a dire dall'ambiente in cui si trova il cadavere.

L'azione dei batteri è favorita essenzialmente da due condizioni ambientali: la temperatura (calore) ed il tasso di umidità (quantità d'acqua presente attorno ed a contatto con il corpo).

La mummificazione naturale si instaura, per-

tanto, in condizioni particolarmente favorevoli, a fronte di una rapida disidratazione della salma, come avviene in ambienti molto caldi e asciutti o freddi e ventilati o ancora, in ambiente confinato, qualora si determinino particolari condizioni che riducano fortemente la carica batterica. L'attività batterica viene, inoltre, inibita anche a seguito di congelamento del corpo (mummie congelate) o per la presenza di tannini in ambiente anaerobico (mummie corificate).

Risulta evidente che molte condizioni di sepoltura possono, con intensità ed efficacia differenti, abbattere la carica batterica. Basti pensare alle pratiche funerarie (citiamo ad esempio le differenti modalità di tumulazione o i rituali di asperzione o lavanda dei corpi) così variabili e differenziate nel tempo e secondo varie civiltà; in queste condizioni e per queste situazioni il numero delle mummie naturali è straordinariamente grande come straordinariamente variabi-

le è lo stato di conservazione delle stesse².

Il corpo mummificato attraversa altre fasi ed altre tappe dei fenomeni cadaverici quali la disidratazione progressiva, la corificazione e la mummificazione definitiva. Occorre tuttavia considerare come questi eventi non siano immutabili nel tempo e come sia sufficiente introdurre una minima quantità d'acqua o di liquidi nei corpi disidratati, perché il corpo si reidrati, possano impiantarsi e svilupparsi nuovamente colonie batteriche o micotiche, ed inesorabilmente riprenda il percorso verso la putrefazione e la colliquazione del corpo.

D'altro canto un eccessivo essiccamento della salma ed una prolungata disidratazione possono portare nel tempo alla polverizzazione del corpo per screpolature, micro fratture e slaminamenti delle parti mummificate che, polverizzate, lasceranno il solo scheletro.

Quanto sopra per ribadire due concetti essenziali: che la mummificazione esista come processo naturale e che sia molto comune in gradi e forme assai variabili; che la mummificazione non possa essere considerata stabile ed immutabile nel tempo.

L'imbalsamazione

L'imbalsamazione, altrimenti detta anche mummificazione artificiale, consiste nel determinare artificialmente la mummificazione agendo su una serie semplice di principi. Occorre notare,

pur senza sembrare dissacratori, che tali principi regolano ogni attività e procedura volta alla conservazioni degli alimenti o delle sostanze organiche in genere siano queste di origine animale o vegetale.

In sintesi si tratta di ridurre la componente di acqua presente nel corpo, portandolo ad una progressiva disidratazione; favorendo la disidratazione con sale o resine; impedendo l'attacco batterico con conservanti quali spezie, alcool o zuccheri; confinando il corpo in ambiente chiuso mediante bendaggi o contenitori aderenti che riducano estremamente la superficie di contatto dell'aria con il corpo.

Molti nella storia, nelle differenti Civiltà ed in particolari contesti geografici i casi di imbalsamazione rituale o volontaria³.

Materiali

In una prima fase di studio (oggetto della presente relazione) sono stati effettuati, nella cripta della Chiesa, a Roccapelago, 29 campionature sulle 12 mummie attualmente ricollocate *in situ* al termine di una analisi morfologica completa. Tutte le campionature sono state effettuate in aree esposte con preesistenti fratture dei tessuti. Ogni prelievo non superava le dimensioni di cm 1 per asse maggiore. Per ogni mummia si è cercato di effettuare almeno un campione superficiale ed uno profondo (Tab. 1).

² GRILLETTO 1987.

³ AUFDERHEID 2003; COCKBURN & COCKBURN 1980.

N. mummia	Tipologia campione	Numero di prelievi	Sede del prelievo
1	Superficiale	1 2	Avambraccio sinistro Regione anteriore del collo
	Profondo	1	Tratto toraco lombare
2	Superficiale	1 2	Scapola destra Braccio sinistro
	Profondo	//	//
3	Superficiale	1 2	Cute braccio sinistro Regione interscapolare
	Profondo	1	Tratto toraco lombare
4	Superficiale	1 2	Regione del collo Gabbia toracica destra
	Profondo	3	Cuoio capelluto destro
5	Superficiale	1	Regione ulnare destra
	Profondo	1 2	Regione femore sinistro Regione anteriore collo
6	Superficiale	1	Regione radiale sinistra
	Profondo	1	Piani regione femorale
7	Superficiale	1 2	Mano destra Ginocchio sinistro
	Profondo	1	Piani regione del polso
8	Superficiale	1	Spalla destra
	Profondo	1	//
9	Superficiale	1	Torace anteriore mediano
	Profondo	1	Scapola sinistra
10	Superficiale	1	Torace anteriore mediano
	Profondo	1	Muscoli gabbia toracica
11	Superficiale	1 2	Cuoio capelluto Regione peroneale destra
	Profondo	1	Regione anteriore del collo
12	Superficiale	1	Regione femorale destra
	Profondo	1	Regione femorale laterale destra

Tab. 1 Numero e sede dei prelievi superficiali e profondi eseguiti sulle mummie in esame.

Ogni prelievo è stato corredato di una documentazione fotografica depositata poi tra il materiale di archivio del progetto “Le mummie di Roccapelago” (Fig. 2).

Metodi

Al fine di ottenere preparati istologici quanto più simili a quelli ottenuti su tessuti freschi, i campioni necessitano di un pre trattamento di

reidratazione. Nel corso degli anni sono state proposte numerose tecniche di reidratazione alcune delle quali anche oggetto di studio presso i nostri laboratori. È indispensabile reidratare i tessuti prima di poterli disidratare con alcoli a concentrazioni crescenti sino all'assoluto, per poterli diafanizzare e successivamente includere in paraffina. La parte più delicata di tutto il processo consiste proprio nell'introdurre gradatamente soluzioni acquose per distendere i tessuti,

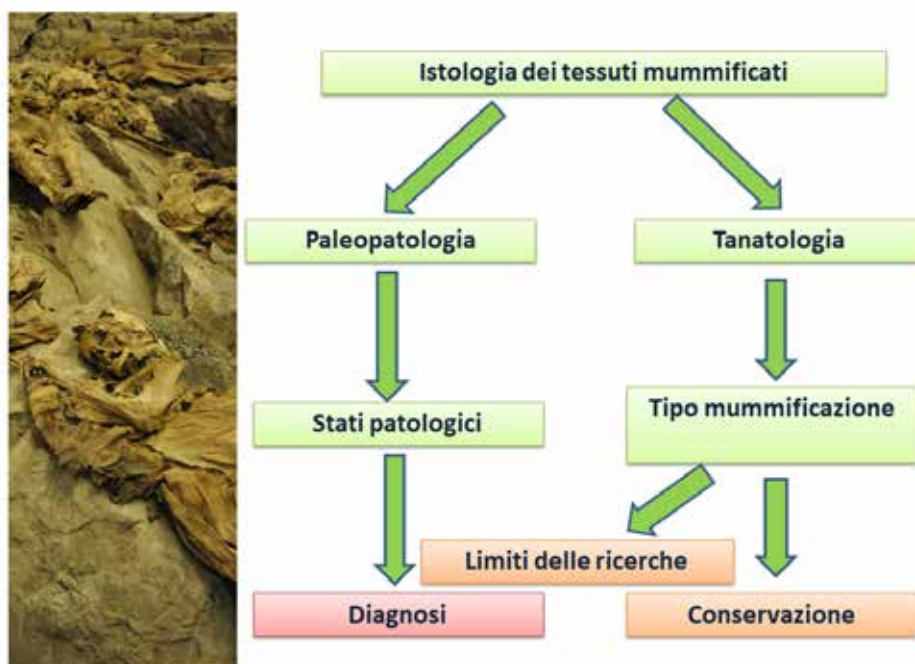


Fig. 2 *Algoritmo relativo all'utilizzo delle indagini istologiche sui tessuti mummificati per gli studi di Paleopatologia e per le operazioni volte alla tutela e conservazione dei reperti.*

specie connettivali, e dare nuovamente volume alle cellule e alle strutture istologiche⁴.

Esaminando le diverse “ricette” è possibile suddividere le tecniche di reidratazione in tre classi principali: soluzioni idro-alcoliche di formaldeide, siero umano, ammorbidenti per tessuti (fabric softener). Nel presente lavoro è stata impiegata una variante del terzo gruppo impiegando creme emollienti a base di glicerina⁵.

In tutti i casi sono state effettuate colorazioni speciali quali Van Gieson (per la dimostrazione del collagene), Weigert Elastiche (per la dimostrazione delle fibre elastiche), Tricromica di Masson ed Azzan Mallory (per colorazioni di insieme), Perls (per la dimostrazione del ferro e dei prodotti di degradazione dell'emoglobina) e Von Kossa (per la dimostrazione del calcio) ot-

tenendo sezioni istologiche ben leggibili, prive di artefatti e con dettagli specifici⁶.

Per due campioni selezionati, per approfondimento diagnostico si è reso necessario l'impiego di colorazioni immunoistochimiche, con anticorpi anti Cheratine ad ampio spettro, anti Actina ml e anti Desmina⁷.

Tecniche di colorazione istologica routinaria con Ematossilina Eosina di Giles e con colorazioni istochimiche di base quali PAS (per la dimostrazione dei mucopolisaccaridi neutri e del glicogeno), Grocott (per la dimostrazione delle ife e spore micotiche), May Grounwald Giemsa, sono state applicate su tutti i prelievi per identificare miceti⁸ e meglio precisare le strutture delle larve di insetti xilofagi.

⁴ FULCHERI *et al.* 1985; FULCHERI, VENTURA 2001.

⁵ MARI 2011-2012.

⁶ CULLING *et al.* 1985.

⁷ FULCHERI 1995.

⁸ BOANO *et al.* 1999; FULCHERI *et al.* 1999.



Fig. 3 Documentazione fotografica relativa al momento della campionatura.

Risultati

La cute è risultata sempre assente nello strato epidermico e dermico superficiale; questo reperto, da noi documentato in altri soggetti naturalmente mummificati⁹, testimonia l'avvenuto processo autolitico superficiale (epidermolisi post mortale). Meglio conservato il derma profondo ed il derma anche se compattato ad opera delle lipasi che hanno determinato la lisi degli adipociti ed il conseguente crollo dei retinacoli. Solo a tratti residuano, seppure alterate, lobature di tessuto adiposo.

La lettura dei preparati effettuati su prelievi profondi ha evidenziato che si sono conservati quasi esclusivamente i tessuti più resistenti quali la cartilagine, il muscolo scheletrico, il tessuto adiposo, le strutture vascolari ed i connettivi (Fig. 3). Del muscolo, in particolare, sono ancora evidenti

a tratti le striature mentre costantemente sono mantenute le disposizioni isto architettoniche dei fascicoli. Queste osservazioni permettono di dedurre che si tratti di mummificazione naturale instauratasi dopo una fase caratterizzata da fenomeni cadaverici trasformativi iniziali.

È poi stato dimostrato che le mummie subiscono danneggiamenti nel corso degli anni dovuti a sovra infestazione da larve ed insetti, e alla deposizione multipla dei corpi in tempi diversi. In tutti i campioni superficiali sono state evidenziate infestazioni batteriche in forma di colonie compatte. Sono state

anche ritrovate parti di strutture anatomiche di insetti o pupe, con estrema dovizia in alcune parti anatomiche esposte. Il reperto è sicuramente meritevole di uno studio più approfondito per la determinazione delle specie infestanti e

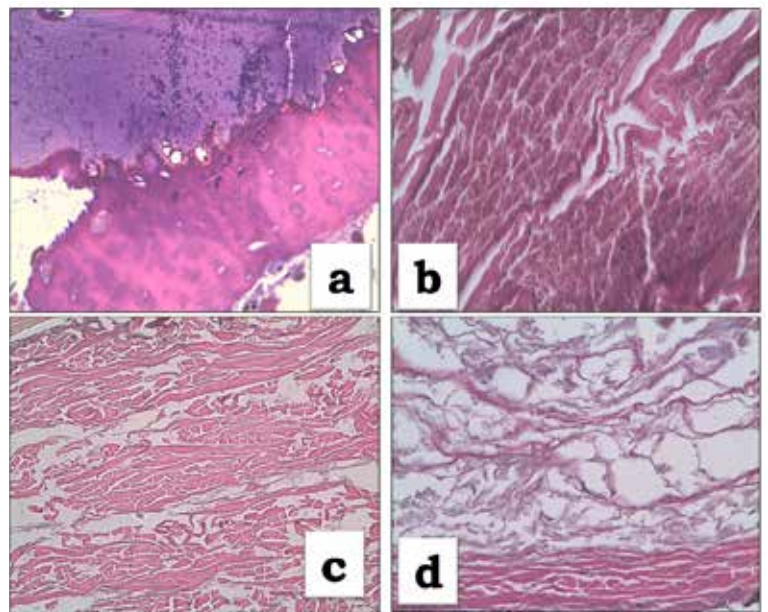


Fig. 4 a) Tessuto osseo e cartilagineo; b) Tessuto muscolare profondo; c) Tessuto dermo-ipodermico; d) Tessuto fibro adiposo. Colorazioni con Ematossilina Eosina, 20X.

⁹ BARACCHINI *et al.* 1988; BARACCHINI *et al.* 1991.

la collocazione di esse in rapporto al territorio ed alla stagionalità¹⁰.

Anche nei prelievi profondi sono state osservate analoghe tipologie di agenti infestanti seppure con alcune differenze (Figg. 4-5). Le colonie batteriche sono risultate in gran parte spente e vale a dire caratterizzate da elementi spersi e privi delle normali caratteristiche tintoriali evidenziate con le comuni colorazioni. La presenza di parti di insetti o di pupe anche nei tessuti profondi permette di dimostrare come le infestazioni e le colonizzazioni siano avvenute anche in momenti differenti ed in substrati anatomici caratterizzati da differenti momenti evolutivi de processi di mummificazione (Fig. 6).

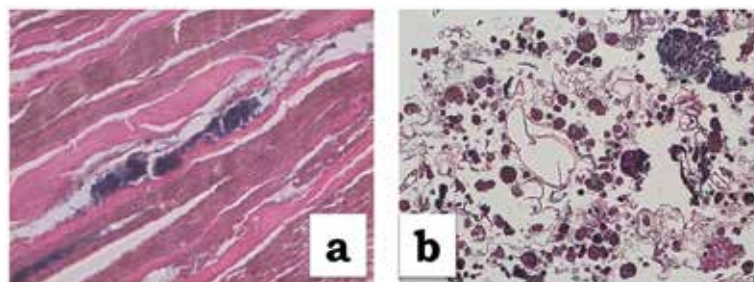


Fig. 5 a) infestazioni di colonie batteriche indovate profondamente tra i fasci raddomuscolari; b) frammenti di pupe e parti di insetti. Colorazioni con Ematossilina Eosina, 20 X.

In nessun campione, superficiale o profondo, sono state rinvenute ife o spore fungine.

Discussioni di due casi particolari

Tra tutti i campioni esaminati, due si sono rivelati particolarmente interessanti a fronte di casuali reperti emersi nel corso delle indagini:



Fig. 6 Schema ed algoritmo per la diagnostica delle infestazioni batteriche, micotiche e parassitarie.

¹⁰ INTRONA, CAMPOBASSO 1988.

1) Campione n. 1, profondo, prelevato in zona toraco-lombare (Fig. 7)

Descrizione antropologica: mummia parzialmente scheletrizzata posta in posizione supina, con entrambi gli arti superiori sollevati ed abbandonati distesi sopra il cranio. Si tratta di un soggetto giovanile, di sesso femminile. Il cranio, esposto quasi totalmente presenta un osso sovranumerario (wormiano) abbastanza esteso in sede occipito-parietale destra. I denti non presentano particolare usura mentre si rileva la presenza di tartaro. Ampi residui di derma a livello del polso sinistro, della guancia sinistra e della radice dell'arto inferiore sinistro. Tale osservazione consente di ipotizzare una giacitura prevalente sul fianco destro nelle fasi precedenti la mummificazione o la giacitura sovrapposta sul fianco destro di un altro corpo in fasi più iniziali di mummificazione.

Reperti istologici: nel campione prelevato, ad una prima lettura effettuata su colorazioni con Ematossilina-Eosinasi reperta tessuto rabdomuscolare profondo ben conservato ed a ridosso di esso, vasi ematici arteriosi a parete spessa e strutturata con fibre elastiche. Più superficialmente, nel contesto di un tessuto connettivale denso, si osservano numerose strutture di tipo duttale o tubulare circondate da connettivo denso a manicotto. La colorazione tricromica evidenzia nettamente una caratteristica differente tra la struttura ed il connettivo circostante ricco di glicogeno. Le strutture tubulo-duttali risultano positive alle colorazioni immunoistochimiche con cheratine ed in minor misura con Actina muscolo liscio. Per tali caratteristiche si può supporre che il campione in esame possa essere rappresentato da tessuto mammario¹¹. La sede anomala in cui il campione è stato reperato potrebbe documentare una dislocazione postmor-

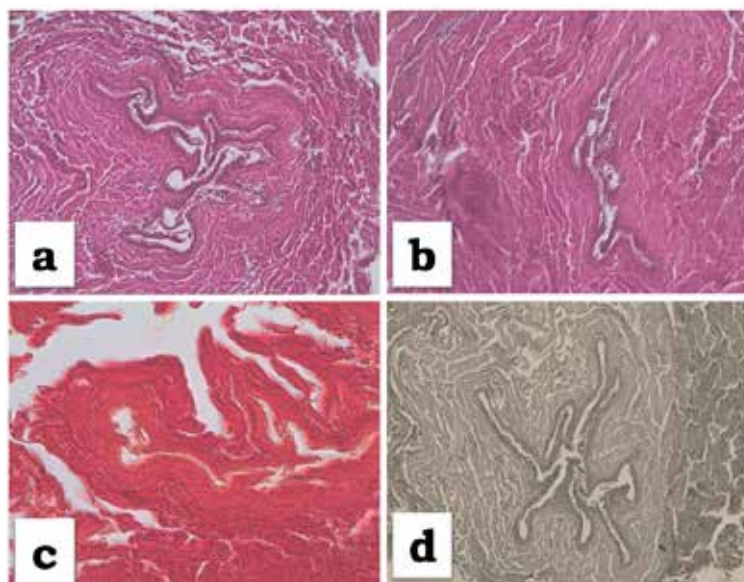


Fig. 7 Caso n. 1. a - b) tessuto connettivale denso che circonda strutture tubulo-duttali con rinforzo e ridosso del lume. Il lume è irregolare e distorto con ramificazioni dei dotti il cui rivestimento appare differente dal connettivo circostante per una maggiore eosinofilia. Colorazioni con Ematossilina Eosina, 20 X.; c) con la colorazione di Van Gieson si dimostra una ricca componente collagene nei connettivi; d) il rivestimento dei dotti è debolmente positivo alla colorazione immunoistochimica con le citocheratine ad ampio spettro.

¹¹ ZACHEO, PESTARINO 2013.

tale e precedente alla mummificazione completa nella fase disidratante finale ad opera di forze meccaniche impresse sul corpo da altri soggetti e deposizioni multiple.

2) Campione n. 12, profondo, prelevato in zona femorale laterale destra (Fig. 8)

Descrizione antropologica: mummia ampiamente incompleta posta sul fianco destro; presenti il cranio, gli arti superiori completi in posizione flessa, con mani incrociate, ed un arto inferiore. Si tratta di un soggetto senile, di sesso femminile. Il cranio è caratterizzato da suture completamente obliterate. Nella mandibola riassorbimento alveolare del corpo bilateralmente (regione dei molari e premolari persi in vita antecedentemente alla morte) sino ai canini ove sono presenti gli alveoli. Nel mascellare destro

riassorbimento alveolare quasi completo; permane solo in primo incisivo. Mascellare destro con riassorbimento alveolare quasi completo; permane solo il primo incisivo. Mascellare sinistro con denti in situ da M2 al canino; si osserva una marcata usura ed una lesione cariosa di M1 sul piano oclusale.

Reperti istologici: l'esame istologico su sezioni colorate con Ematossilina Eosina pone in evidenza, principalmente, una struttura riferibile ad un grosso ramo vascolare arterioso. Si tratta di un tratto di vaso a parete spessa ricca di tessuto periavventiziale fibro collagene. Nella parete fibre elastiche e leiomuscolari. Si reperta poi un ispessimento dell'intima e della media con calcificazioni distrofiche proprie in una lesione aterosclerotica calcifica¹².

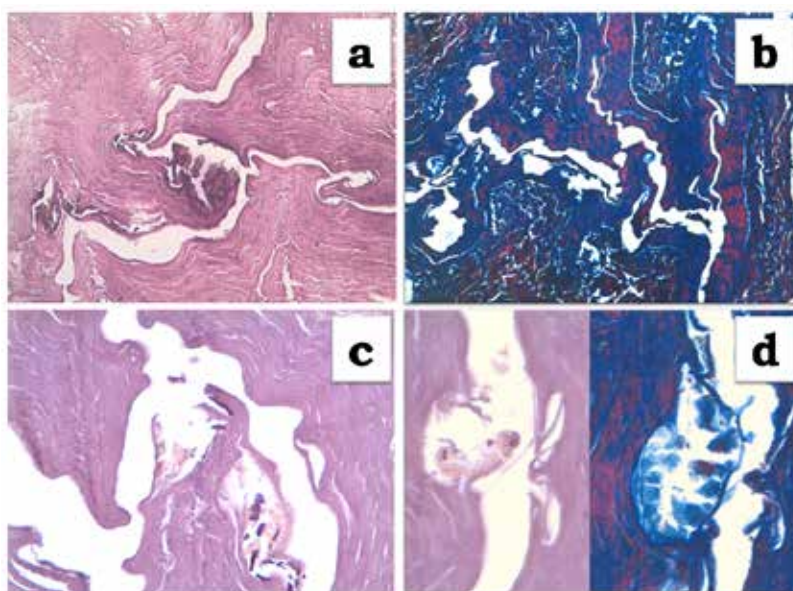


Fig. 8 *Caso n. 12. a) All'Ematossilina-Eosina si dimostra la presenza di una struttura vascolare coartata e distorta con calcificazioni della parete. Colorazione con Ematossilina Eosina, 20 X.; b) con la Colorazione Tricromica di Azan Mallory si evidenzia la componente leiomuscolare di parete (in rosso) ed il connettivo denso periavventiziale; c) con la colorazione Von Kossa per il calcio vengono meglio messe in evidenza le calcificazioni distrofiche della parete; d) due microfotografie a maggiore ingrandimento (40 x) pongono in evidenza la lesione aterosclerotica calcifica a localizzazione intimo mesiale.*

¹² MARIUZZI 2007.

Conclusioni

I corpi non sono stati trattati prima della sepoltura ma direttamente sepolti nella cripta. Dal nostro lavoro è stata infatti dimostrata una mummificazione naturale ottenuta grazie ad un ambiente ventilato attraverso le due feritoie presenti sulla facciata est della cripta.

Inoltre è stato possibile affermare che la mummificazione sia avvenuta con una velocità media in quanto instauratasi all'inizio della putrefazione peraltro non evitata negli organi splancnici, meno resistenti, e nei tessuti ad essi contigui.

Trattasi quindi di una mummificazione naturale preceduta da autolisi massiva e focale putrefazione.

Le mummie esaminate risultano complessivamente in un buon stato di conservazione ma presentano problemi di deterioramento causati da sovra infestazione, dovuta a larve di insetti ed in minor misura da batteri.

Quanto sopra descritto sembra principalmente legato alla deposizione multipla dei corpi. I cadaveri nella cripta, infatti, venivano posti uno su l'altro in diversi momenti e quando i corpi iniziavano la putrefazione i liquidi prodotti colavano su gli altri, già mummificati, riattivando la cascata dei fenomeni trasformativi verso la scheletrizzazione. È per questo motivo che le mummie meglio conservate erano quelle che si trovavano sull'apice della piramide di corpi mentre negli strati più profondi si repertavano soggetti in progressivo stato di scheletrizzazione.

Nei campioni di Roccapelago, sono poi state riscontrate, colonie batteriche attive e ciò verosimilmente in rapporto alle operazioni di trasporto, manipolazione, contaminazioni in luoghi di

deposito. Quanto sopra giustifica pienamente le precauzioni ed i presidi posti in atto nella attuale collocazione in cripta per effettuare una disinfezione dei reperti e contestualmente un controllo della carica batterica attiva.

Con ovvie varianti da caso a caso si ritiene comunque che il materiale biologico possa rappresentare una fonte notevole di materiale utile per lo studio antropologico, biologico, microbiologico e zoologico ma, e più segnatamente per quanto è di nostro interesse, per uno studio paleopatologico come è dimostrato dai due casi particolari qui da noi descritti.

La Paleopatologia, scrive Nemeskéri, contribuisce alla ricostruzione globale dell'uomo, ne delinea la storia e caratterizza alcune civiltà contribuendo tra l'altro a seguire e comprendere il declino di esse. Lo sviluppo degli studi di Paleopatologia negli ultimi decenni ha quindi obbligatoriamente posto in evidenza l'inscindibile binomio "malattia e popolazione"¹³.

La ricerca passa dunque dall'esame del singolo individuo alla valutazione di intere popolazioni. L'uomo ha sempre dovuto adattarsi all'ambiente in cui si trovava ed in queste condizioni, spesso ostili, le malattie hanno giocato un ruolo determinante nel selezionare gli individui migliori, più adatti e capaci di meglio vivere e riprodursi in quell'ambiente. Viene allora focalizzata l'attenzione sul rapporto "malattia-ambiente"; da questa impostazione di studi emerge con chiarezza come molte volte alcune malattie non siano altro che la conseguenza diretta o indiretta dell'azione esercitata dall'ambiente in cui l'individuo viene a trovarsi e come questo, tramite le malattie, agisca sull'uomo quale forza selettiva. La Paleopatologia di popolazione ha consentito

¹³ GRILLETTO et al. 2004.

inoltre di interpretare i delicati rapporti tra popolazioni contigue ed ancor più tra popolazioni che, per eventi storici, siano venute a contatto e si siano fuse. L'Italia, per la particolare posizione al centro del Bacino del Mediterraneo, è campo di studio assai ricco e fertile per questa tematica di Paleopatologia. Le popolazioni italiane pre-romane prima e successivamente le immisioni dall'Europa e dall'Africa del Nord testimoniano uno scambio di malattie immediatamente nel tempo in cui avvenne il contatto ma anche successivamente, nella fase di riequilibrio, come malattie geneticamente trasmesse o che venivano favorite per le caratteristiche genotipiche della popolazione. Il concetto di "carico genetico" e di "genetica di popolazione" rappresenta l'ultimo e più importante momento evolutivo di questa ricerca articolata di paleopatologia di popolazione.

Oggi la Paleopatologia sta vivendo una ulteriore fase, certamente molto stimolante, che parte da presupposti logici e concettuali molto semplici anche se originali per gli sviluppi che conseguono all'applicazione di essi.

La malattia è la condizione abituale dell'uomo, non lo stato di salute che, puro e completo, di per sé non esiste, così come non esiste l'uomo perfetto, normale, quale si è abituati a studiare nei trattati di Anatomia Umana Normale.

L'uomo normale, prototipo ideale, il tipo platonicamente inteso, non esiste: esiste l'uomo differente da soggetto a soggetto, l'uomo che si sviluppa e che cresce in modo diverso ed a lui solo proprio, l'uomo che reagisce all'ambiente e che si ammala; l'uomo che vive con malattie e gradi di malattia diversi a lui solo propri.

Diviene allora difficile, ma estremamente stimolante, lo studio di quell'ampio spettro di condizioni che esistono tra il "normale" ed il "pato-

logico", di quella scala di grigi che nella tavola cromatica è posta tra il bianco ed il nero. Questi aspetti morfologici posti "tra il normale ed il patologico" sono fortemente influenzati dall'alimentazione, dalle abitudini di vita, dal lavoro e dall'attività occupazionale in genere compresi il divertimento, lo sport e l'attività bellica, dall'ambiente sia esso quello naturale o quello artificiale, modificato cioè dall'uomo stesso a seconda delle varie epoche storiche ed a seconda delle varie civiltà. Questo studio non può dunque prescindere, ancora una volta con approccio multi-disciplinare, da una integrazione culturale con gli studi sul territorio e con la storia. Si chiude così il circolo e con esso il percorso culturale tra Medicina ed Archeologia.

Bibliografia

AUFDERHEIDE A. 2003, *The scientific study of mummies*. Cambridge, Cambridge University Press.

BARACCHINI P., COPPA A., FULCHERI E., REDDAVID M. 1988, *Study of the non-skeletal portions of human remains at Geili (Kartonm Central Sudan)*, in CANEVA I., EL GEILI, *The history of a Middle Nile Environment 7000 B.C. - A.D. 1500*, Cambridge Monographs in African Archaeology 29, BAR International Series 424, App. 3, p. 403 ss.

BARACCHINI P., CRESTANI C., DRUSINI A., FULCHERI E., RIPPA BONATI M. 1991, *Studio preliminare delle mummie naturali di Ferentillo: esame istologico ed immunoistochimico della cute*, «Rivista Italiana di Medicina Legale», 1, pp. 171-183.

BOANO R., FULCHERI E., GRILLETTO R., LEOSPO E., RABINO MASSA E. 1999, *Histological analysis and staining techniques modified and verified on ancient mummified tissues to study microorganism infestations*, «J. Biol. Res.», LXXV, 7-8, pp. 39-45.

COCKBURN A., COCKBURN E. 1980, *Mummies, disease and Ancient Cultures*, Cambridge, Cambridge University Press.

CULLING C.F.A., ALLISON R.T., BARR G. 1985, *Cellular pathology technique*, London, Butterworths.

FULCHERI E. 1995, *Imunohistochemistry: a new outlook in histopaleopathology*, «Boll Soc It Biol Sper.», LXXI, 3-4, pp. 105-110.

FULCHERI E. 2001, *Alcune osservazioni e considerazioni scientifiche sulle mummie naturali e sulle mummie dei santi in particolare*, «Alba Pompeja», XXII, Fasc. II, pp. 52- 60.

FULCHERI E., BOANO R., GRILLETTO R., SAVOIA D., LEOSPINO E., RABINO MASSA E. 1999, *The preservation status of ancient Egyptian mummified remains estimated by histological analysis*, «Paleopathology Newsletter», 108, pp. 8-12.

FULCHERI E., RABINO MASSA E., FENOGLIO C. 1985, *Improvement in the histological techniques for mummified tissues*, Verhandlungen der Deutsche Gesellschaft für Pathologie, 69, 471 p.

FULCHERI E., VENTURA L. 2001, *Rileggendo tra antiche e nuove ricette per dare freschezza ai tessuti mummificati o disseccati*, «Pathologica», 93, pp. 700-706.

GRILLETTO R. 1987, *La splendida vita delle mummie*. Milano, Sugarco.

GRILLETTO R., CARDESI E., BOANO R., FULCHERI E. 2004, *Il vaso di Pandora*, Torino, Ananke.

INTRONA F., CAMPOBASSO C.P. 1998, *Entomologia Forense*, Noceto, Essebiemme.

MARI G. 2012, *Addenda: tecniche di lavorazione*, in *Istologia dei tessuti mummificati: le mummie di Roccapelago*, Tesi di Laurea, Corso di Laurea in Tecniche di Laboratorio Biomedico, a.a. 2011-2012.

MARIUZZI G. 2007, *Anatomia Patologica e correlazioni anatomo-cliniche*, Padova, Piccin.

ZACHEO D., PESTARINO M. 2013, *Anatomia Microscopica*, Milano, Pearson Education Italia.

Maria Grazia Bridelli*, Chiaramaria Stani*, Roberta Bedotti*, Mara Bertolotti*,
Raffaella Tomasini*, Mirko Traversari**

Analisi dei tessuti cutaneo e osseo delle mummie di Roccapelago mediante spettrofotometria infrarossa a trasformata di Fourier

Testimoni straordinari di un'epoca, di tradizioni, di pratiche agricole e abitudini alimentari, di costumi e di culti, le Mummie di Roccapelago sono state rinvenute durante i lavori di restauro della Chiesa parrocchiale della Conversione di S. Paolo di Roccapelago. Fin dalla loro scoperta, nel 2009, esse hanno destato l'interesse non solo di archeologi e antropologi ma anche di scienziati, che le hanno studiate ed analizzate sotto molteplici aspetti.

In particolare, lo studio dei tessuti biologici mummificati è stato oggetto di interesse per biologi e fisici che li hanno esaminati applicando ad essi sofisticate tecniche di indagine rivolte all'analisi di due delle principali categorie delle macromolecole del corpo umano, gli acidi nucleici e le proteine. Le proteine, in particolare, rappresentano le biomolecole che possono fornire il maggior numero di informazioni bio-antropologiche, grazie alla loro resistenza strutturale nel tempo, maggiore di quella del materiale genetico¹. La ricerca proteomica in ambito bioarcheologico ha concentrato l'attenzione sulla struttura e la conformazione delle proteine degli antichi tessuti biologici, soprattutto del collagene, il principale componente proteico della pelle e delle ossa, al fine di determinarne le modificazioni subite in conseguenza dei processi di trasforma-

zione durante il processo di mummificazione². La struttura del collagene rappresenta non solo un eccellente marker per valutare l'integrità dei tessuti post-mortem ma può anche essere correlata, in modo più generale, con la dieta, le patologie, la geografia e gli stili di vita degli individui cui appartiene. La ricerca in questo campo ha pertanto un duplice scopo. Il primo è l'identificazione dei meccanismi di alterazione strutturale delle biomolecole e la loro descrizione biochimica, così da consentire di ipotizzare quali siano state le condizioni che hanno favorito la conservazione dei corpi, evitandone la consumazione, e in che modo. L'altro ha un risvolto più orientato alla esposizione museale di questi preziosi reperti ed è finalizzato alla caratterizzazione attuale dello stato di conservazione dei tessuti, alla valutazione del degrado biomolecolare degli stessi e al monitoraggio della possibile progressione del danno nel tempo.

Processi di trasformazione postmortem

Le modificazioni tafonomiche di un organismo, cioè le trasformazioni che s'instaurano nei tessuti di un corpo umano dopo la morte, si susseguono in un ordine in cui autolisi, putrefazione, formazione di adipocere, infestazione da parte

* Dipartimento di Fisica e Scienze della Terra, Università degli Studi di Parma.

** Università di Bologna, Dipartimento di Beni Culturali, Laboratorio di Antropologia, Campus di Ravenna.

¹ BARRACO 1978.

² WILSON *et al.* 2014.

di insetti, sono alcuni dei processi che normalmente s'instaurano³. La mummificazione è un processo per il quale i corpi si essiccano, per così dire, cosicché i tessuti molli, specialmente la pelle, si modificano in modo da conservarsi per un tempo praticamente illimitato. Essa dipende da svariati fattori quali temperatura, aerazione, condizioni chimiche ambientali, anaerobiosi. Il processo di mummificazione cui sono andate soggette le Mummie di Roccapelago è un processo "naturale" che si è realizzato grazie alla presenza di una favorevole aerazione che, nella cripta in cui i corpi venivano deposti dopo la morte, ha favorito la disidratazione dei tessuti prima che si innescasse il processo di colliquazione e impedendo, nella maggior parte dei corpi ivi deposti, il deterioramento per decomposizione. Non tutti i corpi rinvenuti presentano lo stesso grado di conservazione: alcuni risultano ben conservati, altri rivelano livelli più o meno elevati di degradazione tissutale, altri ancora sono parzialmente scheletrizzati. Ciò fa presumere che sia le oscillazioni nelle condizioni di temperatura ed umidità nella cripta, sia la vicinanza con altri corpi, più o meno avanzati nello stato di decomposizione, abbiano giocato un ruolo importante nella variabilità della conservazione dei reperti.

Spettroscopia di assorbimento nell'InfraRosso

Uno degli aspetti cruciali della ricerca scientifica in campo archeologico è quello di conciliare l'esigenza di fare prelievi sui reperti tali da ricavare quanti più dati e informazioni possibili

senza danneggiarli o distruggerli. Per questo motivo non sono numerose le tecniche fisiche che hanno i requisiti per poter essere applicate allo studio di materiali antichi di natura biologica. Tra queste la Spettroscopia di assorbimento nell'Infrarosso a Trasformata di Fourier (FT-IR) rappresenta una tecnica elettiva grazie al fatto che essa non è distruttiva, necessitando di piccolissime quantità di campione ed inoltre non richiede nessuna particolare preparazione dei campioni da esaminare⁴. La sua applicazione in quest'ambito è ricca di esempi e recentemente è stata impiegata per studiare la pelle di antiche mummie egizie⁵. Sia i tessuti cutanei, sia quelli ossei possono essere considerati materiali multicomponenti, dei quali le principali molecole costituenti sono proteine, lipidi, carboidrati e acqua e, nell'osso, anche una componente inorganica di carbonato idrossiapatite (HA). Per questo tipo di materiali l'analisi tramite Spettroscopia infrarossa è particolarmente adatta, data l'elevata sensibilità ai gruppi chimici organici. La tecnica analizza l'assorbimento della radiazione infrarossa da parte della materia. La radiazione IR dello spettro elettromagnetico, caratterizzata da lunghezza d'onda compresa tra quella del visibile ($\lambda=0.7 \mu\text{m}$) e le microonde ($\lambda=500 \mu\text{m}$) ha un'energia sufficiente a provocare rotazioni e vibrazioni di gruppi atomici che costituiscono la materia in esame, particolarmente se sono formati da atomi poco pesanti quali H, C, N, O, i più abbondanti costituenti delle macromolecole biologiche. Le rotazioni e le vibrazioni avvengono a frequenze ben definite e caratteristiche per ogni gruppo o frammento molecolare e lo strumento fornisce in uscita un grafico della radia-

³ BOYD *et al.* 2004.

⁴ BARTH, PARIS 2009.

⁵ STANI *et al.* 2014; JANKO *et al.* 2010; BRIDELLI *et al.* 2014.

zione assorbita espressa in Assorbanza

$$A = \log \frac{I_0}{I}$$

dove I_0 è l'intensità della radiazione incidente sul campione e I quella della radiazione emergente dallo stesso, dopo averlo attraversato, in funzione del numero d'onda $\tilde{\nu} = 1/\lambda$ (cm^{-1}) della radiazione. Il grafico è detto Spettro Infrarosso ed è caratteristico per ciascun tipo di molecola organica, cosicché può essere definito "l'impronta digitale" della molecola stessa. L'elaborazione matematica degli spettri in Trasformata di Fourier permette di registrarli con un elevato rapporto segnale/rumore e la loro memorizzazione digitale consente di effettuare su di essi ulteriori trattamenti matematici quali sottrazioni della linea di base o di contributi spuri, best fit o deconvoluzioni, per ricavare da essi la maggior informazione possibile. Proteine, lipidi, carboidrati e acidi nucleici possiedono il proprio spettro IR caratteristico ma, quando sono presenti contemporaneamente in una "miscela complessa" come un tessuto biologico, separare i diversi contribu-

ti dovuti ai vari componenti, è arduo e l'analisi dello spettro risulta complicata. Tuttavia alcune parti delle macromolecole, i gruppi funzionali, hanno assorbimenti che cadono a frequenze ben precise e queste consentono la loro identificazione.

Misure IR su pelle e ossa delle Mummie di Roccapelago

Nella Fig. 1, A e B, sono mostrate le fotografie allo stereomicroscopio di un lembo di pelle (spalla) e di un frammento di osso (femore) da cui sono stati prelevati due dei campioni che sono stati sottoposti alle misure. I corpi da cui sono stati asportati provengono tutti dall'Unità Stratigrafica - US 23. Il lembo di pelle appare fortemente disidratato, con un aspetto simile al cuoio e, in corrispondenza della linea del taglio prodotto dal bisturi si possono osservare gli strati del tessuto epiteliale separati e sfilacciati, da cui sporgono fibre di collagene intrecciate e rinsecchite. Il frammento di osso appare di colore che varia dal bianco, al crema, al giallo, tipica del mantenimento in condizioni anaerobiche e

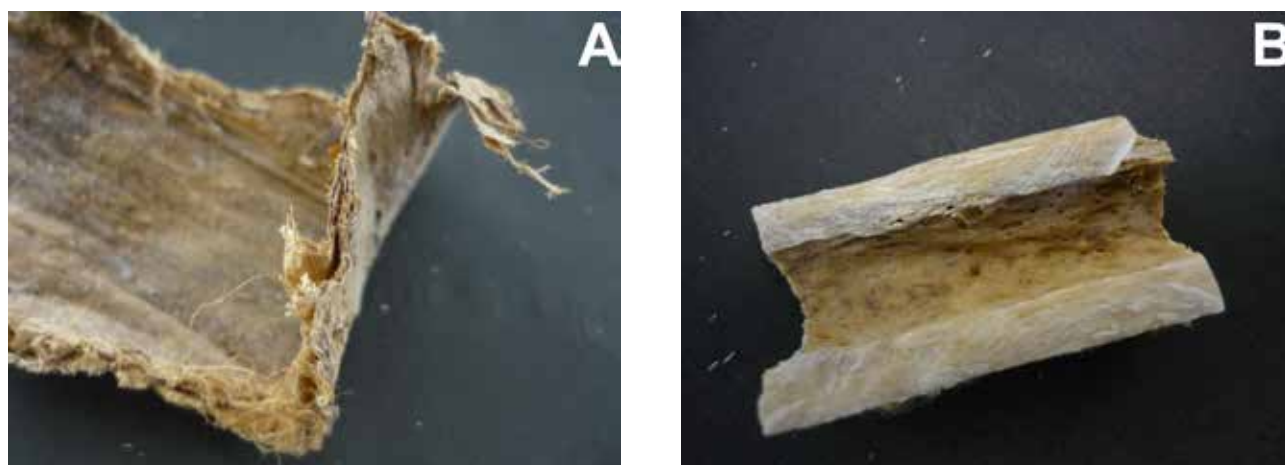


Fig. 1 A) Foto allo stereomicroscopio di un lembo di pelle prelevato dalla spalla della mummia S50-US23. B) Foto allo stereomicroscopio di un frammento di femore prelevato dalla mummia S81-US23.

presenta una struttura compatta, con superfici lisce e lucide e piccole cavità nella superficie interna a bordi arrotondati.

Le misure spettroscopiche sono state eseguite in trasmissione su sottili dischetti ottenuti pressando una miscela di polvere ottenuta mescolando KBr, materiale trasparente nella regione considerata dello spettro elettromagnetico, e una piccolissima quantità del campione di tessuto da analizzare (1 mg/100 mg di KBr) dopo essere stato finemente triturato.

Nelle Figg. 2 e 3 sono rappresentati gli spettri infrarosso rispettivamente di un frammento di pelle e di una scheggia di osso umani attuali messi a confronto con gli spettri di due campioni omologhi tratti dai corpi mummificati. Come descritto in dettaglio nel seguito, negli spettri si possono distinguere parecchi contributi delle biomolecole costituenti i due tessuti. Gli spettri evidenziano notevoli differenze, nella forma, posizione ed intensità delle bande di assorbimento. Quali trasformazioni ci raccontano?

L'analisi spettrofotometrica ha innanzitutto evidenziato che le alterazioni subite sono a carico

di tutte le componenti biomolecolari dei tessuti, benchè queste si manifestino con differente entità, nell'ambito di uno stesso prelievo. Queste differenze sono molto mutevoli anche da campione a campione, come si evince dalla Fig. 4, nella quale sono mostrati gli spettri raccolti su diversi campioni di pelle, prelevati da differenti organismi. Per facilitarne l'interpretazione, gli spettri possono essere suddivisi in intervalli di numeri d'onda in corrispondenza dei quali cadono le frequenze caratteristiche dei diversi costituenti molecolari.

■ *Regione I*: le bande associate agli assorbimenti delle proteine sono dette bande Amide, perché sono dovute alle vibrazioni del legame peptidico. Il legame peptidico contiene i gruppi C=O, C-N e N-H che originano 5 bande di assorbimento principali (nella Fig. 4 sono state evidenziate col colore verde): Amide A (3300 cm^{-1}), Amide B (3070 cm^{-1}), Amide I (1650 cm^{-1}), Amide II (1550 cm^{-1}) e Amide III ($1350\text{-}1200\text{ cm}^{-1}$). Le forme differenti con le quali si presentano queste bande e il differente rapporto di intensità fra una componente e l'altra sono indicativi di gradi differenti

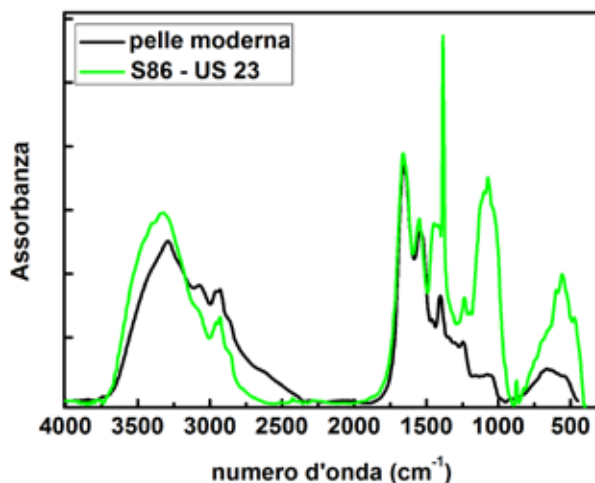


Fig. 2 Spettri infrarosso di due campioni di pelle, moderna (traccia nera) e mummificata (traccia verde), prelevata dall'omero del reperto S86 appartenente all'Unità Stratigrafica 23.

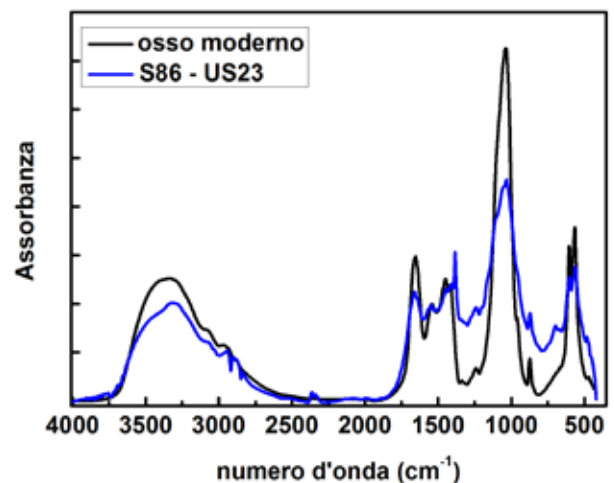


Fig. 3 Spettri infrarosso di due campioni di osso, moderno (traccia nera) e appartenente al reperto S86-US23 (femore, traccia blu).

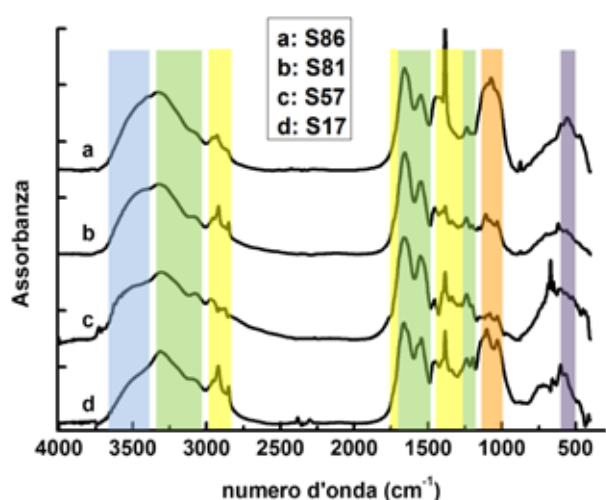


Fig. 4 Serie di spettri di tessuto cutaneo prelevato da diversi corpi mummificati. I riquadri colorati aiutano l'identificazione delle bande di assorbimento delle principali biomolecole. Azzurro: acqua; verde: proteine (legame peptidico); giallo: lipidi; arancio: zuccheri; viola: proteine (legami disolfuro).

di alterazione strutturale e conformazionale che possono essere correlati con differenti stadi di conservazione del tessuto biologico. In particolare la banda Amide I è particolarmente sensibile alla struttura secondaria, o conformazione, proteica. La struttura secondaria (α elica, β sheet) e quella tridimensionale di una proteina sono fattori essenziali al mantenimento della sua funzionalità e delle sue proprietà chimiche. Se queste due caratteristiche sono modificate o distrutte – un processo che è detto “denaturazione” – le proteine possono essere facilmente attaccate dai processi di deterioramento. I normali processi post-mortem di decomposizione delle proteine si sviluppano in presenza di umidità: per effetto di reazioni di idrolisi si verifica l'inserzione di molecole d'acqua nella struttura delle proteine che ne provoca alterazione strutturale.

▪ **Regione II:** nell'intervallo compreso tra 1100-1000 cm^{-1} si osservano gli assorbimenti caratteristici dei gruppi C-O e C-O-C dei carboidrati (area arancio della figura). La presenza di queste

bande è legata all'accumulo nei tessuti mummificati dei cosiddetti prodotti di invecchiamento, o di “aging” del collagene. Nella matrice extracellulare durante l'invecchiamento dei tessuti, favorita dalla disidratazione, il collagene interagisce con la componente zuccherina della matrice, ricca di glicosaminoglicani, che mutano la deplezione di ossidrilici dovuta alla perdita d'acqua. Queste complessazioni sono reazioni non enzimatiche dette “di glicazione” e portano all'accumulo dei cosiddetti prodotti AGE (Advanced Glycation End) estremamente stabili e resistenti al deterioramento. L'accumulo di questi composti gioca un ruolo fondamentale nell'alterazione delle proprietà meccaniche del collagene che mostra aumentata rigidità e resilienza ma anche accresciuta insolubilità e resistenza agli enzimi proteolitici, che lo rendono resistente alla degradazione.

▪ **Regione III:** La terza regione considerata è quella corrispondente alle bande di assorbimento dei lipidi. Nei tessuti cutanei che degenerano dopo la morte, il tessuto adiposo si converte in una miscela di vari sali di acidi grassi che formano composti detti adipocere (aree contrassegnate in giallo). Questi composti danno nell'IR parecchie bande di assorbimento caratteristiche: vibrazioni di stretching dei gruppi C-H (3000-2800 cm^{-1}) e C=O (1740-1700 cm^{-1}), vibrazioni di wagging dei gruppi CH_2 (1400-1200 cm^{-1}), di stretching dei gruppi CO-O-C (1200-1000 cm^{-1}), di bending dei C-H (1000-800 cm^{-1}). La presenza di questi composti in un tessuto mummificato è favorita dal suo mantenimento in condizioni anaerobiche e ad elevata umidità.

▪ **Regione IV:** nella regione degli alti numeri d'onda (3400-3000 cm^{-1}), sovrapposta alla banda Amide A delle proteine, si rileva la larga banda di assorbimento dovuta alle vibrazioni di

stretching dei gruppi OH dell'acqua contenuta nel tessuto cutaneo (area azzurra). L'acqua nella pelle gioca un ruolo fondamentale nel mantenimento dell'elasticità e della morbidezza (funzione di plasticizzazione) e anche di barriera. Essa si lega, mediante legami idrogeno, o alle biomolecole (proteine) o, mediante legami intermolecolari, ad altre molecole d'acqua. Le molecole d'acqua non interagenti con macromolecole biologiche ma legate ad altre molecole d'acqua con struttura tetraedrica costituiscono la frazione definita "acqua libera". Alla banda IR dell'acqua contribuiscono entrambe le fasi, libera e coordinata. Infatti, l'acqua libera contribuisce alla porzione della banda verso gli alti numeri d'onda (picco massimo intorno ai 3400 cm^{-1}), mentre quella legata alle proteine concorre alla porzione a numeri d'onda più bassi (3250 cm^{-1}) e quindi risulta parzialmente sovrapposta alla banda delle proteine. Il ruolo dell'acqua nel mantenimento dell'integrità dei componenti molecolari dei tessuti è cruciale. L'acqua interagente con le proteine favorisce la loro plasticità e flessibilità, ma quando viene sottratta, esse si irrigidiscono irreversibilmente e stabilizzano la propria struttura cercando interazioni con gli zuccheri presenti nella matrice dei tessuti, come già detto poc'anzi. Spesso questa reazione è la ragione della elevata stabilità dei tessuti mummificati.

■ *Regione V*: nell'intervallo $500\text{-}550\text{ cm}^{-1}$ (area viola) si rileva la banda di assorbimento dei gruppi disolfuro S-S, caratteristici della presenza nella pelle delle cheratine, un'altra famiglia di proteine oltre al collagene, abbondanti soprattutto nello strato corneo.

Nella Fig. 5 sono stati riassunti schematicamente i gruppi chimici dei composti molecolari più importanti e maggiormente frequenti che con-

tribuiscono allo spettro infrarosso dei tessuti analizzati.

Il confronto tra gli spettri della Fig. 4 ci consente alcune osservazioni sui rispettivi tessuti mummificati. Gli spettri dei campioni relativi agli individui contrassegnati con le sigle S86 e S17 rivelano elevati assorbimenti in corrispondenza delle bande dei composti AGE. Come sottolineato sopra, l'accumulo di queste sostanze è il risultato del deterioramento della struttura della pelle, ed è responsabile della sua diminuita elasticità e perdita di permeabilità specifica. È interessante notare che i microdanneggiamenti dovuti alla complessazione dei prodotti di invecchiamento è differente per i diversi prelievi e

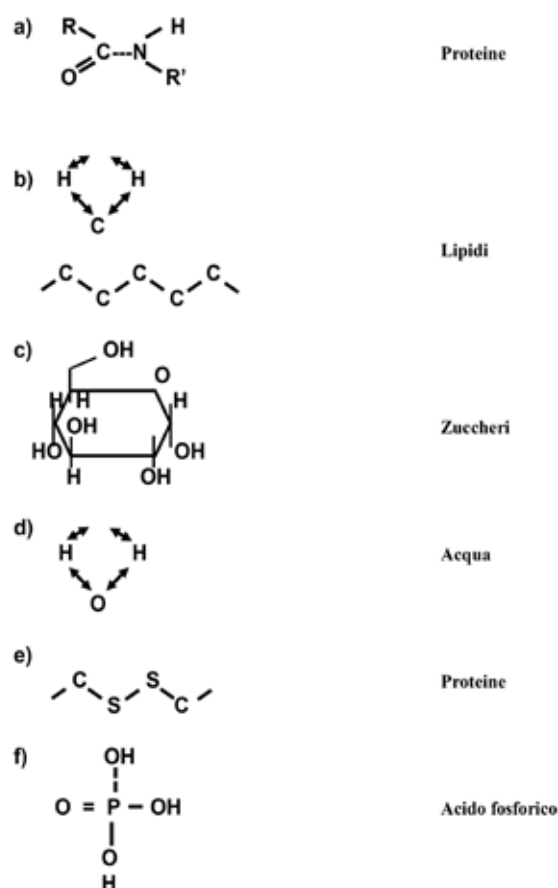


Fig. 5 Principali molecole o frammenti molecolari che originano le bande di assorbimento caratteristiche dello spettro Infrarosso di un tessuto biologico.

si può osservare che i campioni che presentano il maggior contenuto di queste molecole (bande più intense) mostrano anche una struttura proteica (misurata sulla forma delle bande Amide) alterata. La scomposizione poi della banda Amide I in strutture secondarie evidenzia una diminuzione della frazione di α e tripla elica a favore di un incremento di struttura β e disordinata, indicative della formazione di anomale interazioni fibrillari. La presenza di intense bande dei lipidi è indicativa della formazione di adipocere. Anche per quanto riguarda queste sostanze, campioni diversi presentano diversi contributi a carico di questi composti. In particolare il prelievo dall'individuo S17 è quello che rivela l'accumulo maggiore di queste sostanze. La banda dei legami disolfuro, infine, è di intensità variabile nei diversi campioni, ma in tutti i reperti esaminati risulta spostata intorno ai 540 cm^{-1} e quindi differente rispetto a quella rilevata nello spettro di riferimento, relativo ad un campione attuale, che risulta avere il suo massimo a 525 cm^{-1} . Poiché questo assorbimento può essere direttamente correlato con la resistenza della cheratina alla denaturazione, la sua presenza e la posizione assunta nello spettro conferma, da una parte che la proteina presenta ancora una conformazione nativa, prevalentemente ad α -elica, ma, dall'altra, lo spostamento della banda è indicativo di una diminuzione del numero di legami S-S, cioè di destabilizzazione strutturale. Lo stato complessivo di degenerazione della pelle mummificata è infine indirettamente rispecchiato dalla forma e dalla posizione della banda dell'acqua. Anche questa componente dello spettro risulta differente per i diversi campioni, ed è facile osservare che la frazione di acqua libera che contribuisce ad allargare la banda in corrispondenza degli alti numeri d'onda (3400

cm^{-1}) è molto variabile. E' bene sottolineare che quest'acqua, presente in quantità differenti, non è acqua che interagisce con le biomolecole del tessuto cutaneo ma acqua adsorbita dall'atmosfera e penetrata nella pelle danneggiata e resa compatta dall'invecchiamento e dalla mummificazione. La rivelazione spettroscopica di questa componente di idratazione conferma l'alterazione strutturale dei tessuti le cui componenti macromolecolari non sono più in grado di interagire tramite legami chimici con l'acqua, ma solo di immagazzinarla.

Facendo riferimento agli spettri di Fig. 4, si può dunque affermare che il campione S17 è quello che sembra avere subito la maggiore deteriorazione: intense bande lipidiche, forte assorbimento dei composti AGE, alterata forma della banda Amide I ci parlano di formazione di adipocere, accumulo di prodotti di invecchiamento, alterazione delle strutture proteiche. Risulta anche essere il meno idratato, sia in conseguenza dello sviluppo di adipocere che potrebbero avere svolto la funzione di barriera per l'umidità, sia a causa della contrazione delle strutture proteiche che hanno accumulato prodotti AGE. Le caratteristiche riscontrate possono a loro volta essere messe in relazione con la collocazione del corpo nell'Unità Stratigrafica di provenienza: esse danno adito ad ipotizzare una sua ridotta esposizione all'aria nella deposizione nella cripta. I processi di alterazione cui sono andate incontro le biomolecole fanno pensare che il corpo possa essere stato ricoperto e sepolto almeno in parte da altri. Iniziali processi di imputridimento si sarebbero così inizialmente innescati e parzialmente sviluppati prima di spegnersi per mummificazione. Una spiegazione alternativa potrebbe essere correlata con le fluttuazioni delle condizioni meteorologiche realizzatesi nella

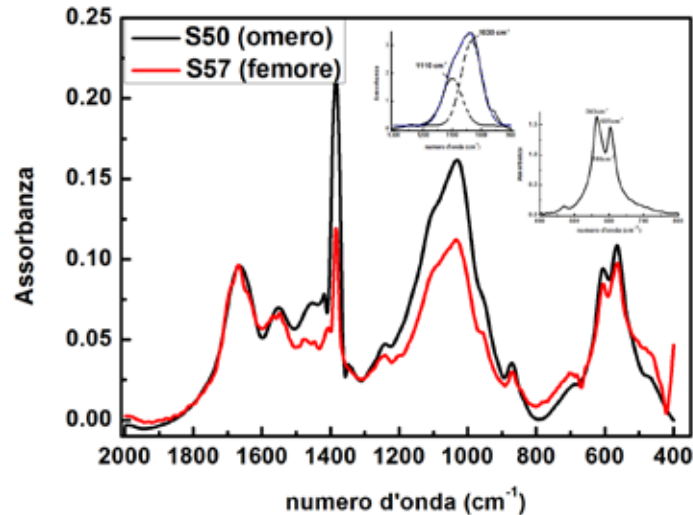


Fig. 6 Ingrandimento, nell'intervallo 2000-450 cm^{-1} , degli spettri di un frammento di omero appartenente al reperto S50 (linea nera) e di uno di femore del corpo S57 (linea rossa). Negli inserti sono state ingrandite le due bande di assorbimento dei fosfati (a 1035 cm^{-1} e a 600 cm^{-1}) nelle quali è evidenziato il trattamento matematico cui sono state sottoposte per ricavare i parametri di mineralizzazione dell'osso.

cripta in concomitanza con la deposizione dei corpi di questa Unità Stratigrafica.

Anche l'osso è un materiale composito. Come accennato sopra, esso consiste di cristalli di bioapatite immersi in una matrice di collagene. La Fig. 6 mostra l'ingrandimento della regione compresa tra 2000-500 cm^{-1} dello spettro di due campioni di osso, relativi rispettivamente agli individui S50 (omero) e S57 (femore). L'insieme delle alterazioni subite dall'osso a causa dell'invecchiamento e delle condizioni di inumazione viene definita "diagenesi"⁶. Lo studio delle alterazioni diagenetiche dell'osso è estremamente complesso in quanto questo tessuto, reso poroso per effetto dei fenomeni di invecchiamento, risulta sensibile all'incorporazione di sostanze e molecole dall'ambiente circostante. La sua struttura finale quindi reca tracce anche delle condizioni di inumazione che non è sempre facile separare dalle alterazioni dovute ai processi di "aging". Dallo spettro FTIR dell'osso è possibile estrarre informazioni relative alla frazione mi-

nerale del tessuto rispetto a quella di collagene, e alle sue modificazioni in relazione alla degenerazione della fase organica (*mineralizzazione*). Dopo la morte la frazione proteica dell'osso si riduce infatti a favore di quella inorganica e la porzione minerale dell'osso è caratterizzata da cristalli di maggiori dimensioni la cui nucleazione risulta favorita. Il rapporto carbonato/fosfato (*carbonazione*) può essere correlato alla percentuale di sostituzione da parte dei fosfati della frazione di carbonati. Una elevata sostituzione porta ad un tessuto osseo fragile e friabile. L'elaborazione matematica delle intensità e delle posizioni delle bande dei fosfati consente inoltre di ricavare altri due importanti indici, la *maturità minerale* e la *cristallinità*. Gli inserti della Fig. 6 mostrano il trattamento matematico cui sono state sottoposte le due bande relative alle vibrazioni di stretching e di bending dei gruppi fosfato (PO_4^{3-}) da cui è possibile dedurre la *maturità minerale* (rapporto tra le due componenti della banda a 1035 cm^{-1} corrispondenti all'

⁶ LEBON *et al.* 2010.

apatite stechiometrica e a quella non stechiometrica) e la *cristallinità* (separazione tra le bande del doppietto del bending antisimmetrico dello ione fosfato, attorno a 600 cm^{-1}). In Tabella sono elencati i valori di mineralizzazione (M), carbo-

nazione (C/P), maturità minerale (MM) e indice di cristallinità (CI) per un osso moderno e per i campioni di osso prelevati dalle mummie esaminate.

Campione	M	C/P	MM	CI
Moderno	2.5	0.03	6.2	3.1
S17 (omero)	4.6	0.03	8.7	3.3
S50 (omero)	4.9	0.04	7.2	3.3
S57 (femore)	8.9	0.03	9.2	3.5
S86 (femore)	5.1	0.02	6.5	3.3

I dati ottenuti consentono alcuni commenti. È interessante osservare come ossa di individui diversi presentino valori di maturità minerale molto differenti tra loro, pur essendo relativi a reperti provenienti dalla stessa Unità Stratigrafica e quindi presumibilmente soggetti ad analoghe condizioni ambientali e confrontabili condizioni temporali di inumazione. Ma in questa analisi occorre sempre tenere presente come il tessuto osseo sia caratterizzato da un complesso metabolismo, pertanto gli indici numerici ricavati devono essere messi in relazione anche con l'età dell'individuo al momento della morte oltre che con le sue condizioni di salute e di alimentazione, parametri difficilmente quantificabili in un indice numerico. Gli indici di cristallinità sono tutti confrontabili perché strettamente dipendenti dal tempo di deterioramento della frazione proteica delle ossa, che può essere considerato praticamente uniforme per i campioni esaminati, tutti appartenenti alla stessa unità stratigrafica. Anche il rapporto Carbonato/Fosfato è simile per tutti i campioni esaminati, sia per quelli antichi sia per l'osso moderno, il che conferma l'analisi morfologica delle ossa che ha evidenziato come queste presentino una struttu-

ra compatta e non friabile (si veda per esempio la fotografia dell'osso in Fig. 1B). Infine consideriamo la frazione di componente organica misurata dall'indice di mineralizzazione: la quantità relativa di proteina è ridotta, come era da aspettarsi, rispetto a quella minerale, in modo consistente per tutti i reperti, se confrontata con quella misurata per l'osso moderno, ma in modo particolare per il prelievo S57, che, infatti mostra l'indice di cristallinità più elevato.

Conclusioni

Il processo di mummificazione cui sono andati soggetti i corpi inumati nella cripta di Roccapelago è un processo di mummificazione naturale che è stato determinato dalla concorrenza dei due fattori di temperatura e aerazione ambientali che hanno favorito la disidratazione e l'essiccazione dei corpi.

Essi hanno reso i tessuti cutanei e ossei dei corpi depositi nella cripta induriti e ispessiti in un tempo talmente breve da farli diventare resistenti sia ai processi di degradazione biochimica sia all'attività di organismi infestanti o agli attacchi di insetti.

Come è stato mostrato, l'analisi mediante Spettrofotometria FTIR permette di descrivere, tramite parametri fisici e chimici misurabili, i processi che hanno portato alle attuali condizioni di conservazione dei corpi e le modificazioni strutturali dei tessuti biologici che hanno condotto alla mummificazione. Queste informazioni possono essere incrociate con i dati archeologici e antropologici per contribuire, da un lato, a valutare lo stato di conservazione dei reperti, a comprendere il processo biomolecolare della mummificazione e a formulare strategie di contrasto alla degradazione delle preziose spoglie e, dall'altro, a ricostruire le modalità di inumazione dei corpi nella cripta.

In conclusione, per tutti questi motivi la decifrazione dei corpi mummificati è sempre più spesso affidata alle tecnologie scientifiche: grazie ad esse una mummia diventa archivio di informazioni non solo scientifiche ma storiche, archeologiche, antropologiche, museali. Esse offrono in qualche modo la possibilità di "farla rivivere" e di trascrivere la sua storia, che è poi anche la nostra.

Bibliografia

- BARRACO R.A. 1978, *Preservation of proteins in mummified tissues*, «Am. J. Phys. Anthropol.», 48, pp. 487-491.
- BARTH A., PARIS P.H. 2009, *Biological and biomedical infrared spectroscopy*, Amsterdam, IOS Press.
- BRIDELLI M.G., DELL'ANNA A., STANI C., BARALDI A., BOANO R. 2014, *FT-IR spectroscopy and microspectroscopy of ancient egyptian embalmed heads from the Museum of Anthropology and Ethnography of the University of Turin*, in "Yearbook of Mummy Studies", by Verlag Dr. F. Pfeil, München, Germany, Vol. 2, pp. 167-174.
- DENT B.B., FORBES S.L., STUART B.H. 2004, *Review of human decomposition processes in soil*, «Environmental Geology», 45, 2004, pp. 576-585.
- JANKO M., ZINK A., GIGLER A.M., HECKL W.M., STARK R.W. 2010, *Nanostructure and mechanics of mummified type I collagen from the 3500-year-old Tyrolean Iceman*, «Proc. R. Soc. B», 277, pp. 2301-2309.
- LEBON M., REICHE I., BAHAIN J.-J., CHADEFaux C., MOIGNE A.M., FRÖLICH F., SEMAH F., SCHWARCZ H.P., FALGUÈRES C. 2010, *New parameters for the characterization of diagenetic alterations and heat induced changes of fossil bone mineral using Fourier Transform Infrared Spectrometry*, «J. Archaeol. Sci», 37, pp. 2265-2276.
- STANI C., BARALDI A., BOANO R., CINQUETTI R., BRIDELLI M.G. 2014, *Study of skin degradation in ancient egyptian mummies: complementarity of Fourier Transform Infrared Spectroscopy and histological analysis*, «J. Biol. Res.», 87, pp. 2133-2135.
- WILSON S.L., GUILBERT M., SULÉ-SUSO J., TORBET J., JEANNESSON P., SOCKALINGUM G.D., YANG Y. 2014, *A microscopic and macroscopic study of aging collagen on its molecular structure, mechanical properties, and cellular response*, «The FASEB Journal», 28, pp. 1-12

Convegno
Le Mummie di Roccapelago: archeologia, antropologia
e scienze applicate a confronto

Modena, 15 febbraio 2014
Palazzo dei Musei, Musei Civici - Sala Crespellani
a cura di Donato Labate, Giorgio Gruppioni, Mirko Traversari

PROGRAMMA

**Sessione I - Archeologia, storia e scienze: un contributo alla conoscenza
e alla valorizzazione delle Mummie di Roccapelago**

Presiede

Marco Edoardo Minoja

Comunicazioni

Donato Labate - *Le mummie di Roccapelago. Dallo scavo alla valorizzazione. Il progetto espositivo*

Antonino Vazzana, Simone Zambruno, Marco Orlandi - *Il Museo di Roccapelago. Percorsi virtuali nella storia di una comunità dell'Appennino modenese*

Raffaele Savigni - *Roccapelago: una comunità appenninica del tardo medioevo tra Ducato estense e Repubblica di Lucca*

Stefano Vanin - *Le Mummie di Roccapelago. Il contributo dell'entomologia*

Giovanna Bosi, Rossella Rinaldi, Paola Torri, Marta Bandini Mazzanti - *Informazioni botaniche dalla cripta cimiteriale di Roccapelago*

Francesca Bertoldi - *La mummia della Chiesa di San Francesco di Imola. Notizie preliminari*

**Sessione II - Tessuti da contesti cimiteriali: esperienze a confronto.
Indagini preliminari, restauro e catalogazione**

Presiede

Thessy Schoenholzer Nichols

Comunicazioni

Iolanda Silvestri - *Una coppia di copricapi "anomali" dalla cripta cimiteriale di Roccapelago*

Valeria David - *Il museo della Mummia di Monsampolo del Tronto, documentazione scientifica e design espositivo*

Moira Brunori - *Proposta di un protocollo per una ricognizione di reperto tessile tombale*

Ivana Micheletti, Annalisa Biselli - *Abiti e sudari delle mummie di Roccapelago. Documentazione preliminare e primi interventi conservativi. Confronti con altre esperienze di recupero di abiti da sepoltura*

Cinzia Oliva - *Ritrovamenti tessili delle sepolture del Duomo di Alba (CN). Problemi di metodo e di conservazione*

Thessy Schoenholzer Nichols - *Presentazione della scheda VeAC dell'ICCD, proposta su abiti funebri di Roccapelago e Monsampolo del Tronto*

Sessione III - Le Mummie di Roccapelago: indagini antropologiche

Presidente

Giorgio Gruppioni

Comunicazioni

Mirko Traversari, Caterina Minghetti, Vania Milani, Melanie Agnes Frelat, Giorgio Gruppioni, Colin Shawn - *Ricostruzione delle attività occupazionali nella comunità di Roccapelago attraverso l'analisi degli indicatori di carico biomeccanico con ausilio di tecnologie virtuali 3D*

Giulio Cosseddu, Maria Catena Merlo, Melanie Agnes Frelat - *Studio di resti ossei infantili rinvenuti nella cripta della chiesa di Roccapelago*

Giorgio Gruppioni, Alessio Zedde, Elisabetta Cilli, Monica Mosconi, Andrea Quagliariello, Sara De Fanti, Donata Luiselli - *Il DNA delle mummie di Roccapelago: analisi preliminari*

Sessione IV - Le Mummie di Roccapelago: il contributo delle scienze applicate

Presidente

Ezio Fulcheri

Massimo Andretta, Darinn Cam, Giancarlo Righetti - *Nuove risultanze della analisi paleonutrizionali sulle mummie di Roccapelago*

Francesco Feletti, Enrico Petrella, Sara Piciucchi - *Indagini paleoradiologiche su 13 mummie rinvenute a Roccapelago*

Ezio Fulcheri, Giulia Mari - *I resti umani di Roccapelago: Analisi istologiche dei tessuti mummificati per la diagnostica e la conservazione*

Maria Grazia Bridelli, Chiaramaria Stani, Roberta Bedotti, Mara Bertolotti, Mirko Traversari - *Analisi mediante spettrometria Ftir del tessuto cutaneo e osseo delle mummie di Roccapelago come metodologia di investigazione e di controllo del loro stato di conservazione*

Giorgio Gruppioni - *Le mummie di Roccapelago: work in progress*

**Le Mummie di Roccapelago 3.0:
la rinascita degli antichi abitanti attraverso
cinque anni di studi**

Ravenna, 24 marzo 2017

Università di Bologna - Campus di Ravenna
Dipartimento di Beni Culturali, Sala Conferenze

a cura di

Stefano Benazzi, Elisabetta Cilli, Giorgio Gruppioni, Mirko Traversari

Carla Figus*, Giorgio Gruppioni*, Mirko Traversari*

Mortalità infantile a Roccapelago: tra analisi antropologiche e archivi storici

La scoperta della cripta sepolcrale di Roccapelago ha permesso di portare alla luce numerosissimi inumati. Grazie all'eccezionale quantità e qualità dei materiali, questo rinvenimento risulta essere un caso unico nel suo genere; inoltre, disponendo anche dei registri parrocchiali, è stato possibile avviare uno studio multidisciplinare, tuttora in corso, basato, oltre che sulle analisi dei resti umani rinvenuti nella cripta, anche sui dati desunti dai registri stessi.

Ai fini del nostro lavoro, i registri dei nati e dei morti dell'archivio parrocchiale sono stati digitalizzati e analizzati. I morti, che venivano registrati mediante inserimento dell'anno di morte, nome e cognome del defunto e relativa parentela, età alla morte e, talvolta, la causa di morte, vanno dal 1578 fino al 1891, per un totale di 2.036 registrazioni¹. La prima registrazione che compare nei registri delle nascite, invece, risale al 1593, la serie continua al 1916. Anche per le nascite venivano inserite altre informazioni, quali l'anno di nascita, nome, cognome e relazioni familiari, per un totale di 4.585 note². Dallo studio delle fonti storiche è emersa la presenza, all'interno della cripta, di un'area dedicata esclusivamente alla sepoltura degli infanti, definita, fra i vari modi, "tomba degli angeli". L'analisi approfondita del Libro dei Morti ha messo in evidenza,

inoltre, un'alta mortalità infantile, soprattutto legata al momento del parto. Grazie al rinvenimento di numerosi resti infantili emersi in tutte le unità stratigrafiche, è stato possibile avviare uno studio antropologico relativo alla comunità infantile, parallelo allo studio dei resti appartenenti agli adulti. L'importanza di questo studio consiste anche nella non comune possibilità di affiancare allo studio biologico dei resti umani il dato archivistico, confrontando e integrando le fonti dirette e indirette.

I resti osteologici infantili costituiscono una ricca fonte di informazioni importanti circa il livello di sviluppo e lo status socio-economico delle società cui appartengono. Gli infanti, infatti, forniscono dei dati più immediati, rispetto agli adulti, sullo status socio-economico della comunità cui appartengono. Questo è possibile grazie al fenomeno del rimodellamento osseo, che avviene ad una velocità superiore rispetto a quanto accade nelle ossa di individui maturi, rendendo lo scheletro infantile un registro molto più immediato di insulti quali malnutrizione, infezioni o altre patologie. Queste informazioni possono aiutarci a conoscere e a comprendere in modo più approfondito le società e le culture del passato, in quanto gli infanti hanno partecipato attivamente, accanto agli adulti, alla formazione

* Dipartimento di Beni Culturali, Laboratorio di Antropologia fisica e del DNA antico, Università di Bologna, Campus di Ravenna.

¹ TRAVERSARI *et al.* 2016.

² TRAVERSARI *et al.* 2016.

del record archeologico³. Il crescente numero di ritrovamenti infantili e la maggiore attenzione loro attribuita, anche in fase di scavo, hanno permesso di avviare degli studi più approfonditi, pur entro i limiti impliciti della paleodemografia, su una grossa componente di popolazione troppo spesso assente o sottorappresentata⁴. Altri orizzonti di indagine sono stati aperti anche in campo paleopatologico, con importanti studi sulle patologie specifiche dell'età infantile, come lo scorbuto e il rachitismo⁵. Le problematiche legate allo studio degli infanti, però, sono numerose e ciò è dovuto, in larga parte, al fatto che lo scheletro infantile è meno mineralizzato rispetto allo scheletro maturo, rendendolo meno resistente ai fenomeni tafonomici e di degrado⁶. Inoltre, le piccole dimensioni delle singole ossa possono portare al mancato recupero di particolari distretti ossei quali, ad esempio, i centri secondari di ossificazione e le gemme dentarie. L'approfondita conoscenza dell'anatomia scheletrica e delle diverse modificazioni che avvengono durante la crescita è fondamentale per un corretto recupero e studio dei resti umani infantili.

L'approccio metodologico utilizzato per lo studio antropologico di questi reperti differisce da quello utilizzato nello studio dei resti adulti, e varia a seconda della fascia d'età in esame. Al giorno d'oggi, non è possibile determinare con affidabilità il sesso di un infante senza l'ausilio della genetica. I metodi per la stima dell'età alla morte, invece, risultano essere più affidabili in quanto vengono presi in considerazione i cambiamenti che avvengono durante le diver-

se fasi di crescita scheletrica che sono scandite da tempistiche abbastanza note e sistematiche, contrariamente a quanto avviene negli adulti, dove invece vengono analizzati i fenomeni degenerativi del tessuto scheletrico che sono per loro natura assai più aleatori. Nel caso dei resti fetali, si procede con l'analisi morfologica dei distretti presenti, concentrandosi sulla fusione delle ossa craniali, che possono dare delle importanti indicazioni sul grado di maturità scheletrica raggiunto, come, ad esempio, la fusione dell'anello timpanico all'osso temporale, che avviene intorno alla 38^a settimana di vita. Si prosegue poi con un approccio antropometrico, ove tutte le ossa vengono misurate seguendo criteri convenzionali e con riferimento a predefiniti *landmarks* anatomici; le misure ottenute vengono poi confrontate con delle tabelle apposite o inserite in equazioni di regressione per ottenere la stima dell'età alla morte, con un range di accuratezza di poche settimane. I resti postnatali vengono analizzati mediante antropometria delle diafisi delle ossa lunghe, a cui si affianca l'osservazione della comparsa e fusione dei centri secondari di ossificazione che, a parte alcune eccezioni, compaiono dopo la nascita. Questi metodi, basati sullo sviluppo scheletrico, possono essere influenzati da fattori ambientali come, ad esempio una dieta non adeguata. Lo studio della mineralizzazione ed eruzione dentale, invece, risulta essere più affidabile e meno soggetta ad eventuali insulti ambientali. Questo metodo può essere utilizzato dalla nascita fino ai 13 anni di età circa, quando termina l'eruzione e la mineralizzazione del secondo molare permanente.

³ PERRY 2006.

⁴ LEWIS 2007.

⁵ FORNACIARI, GIUFFRÀ 2003.

⁶ LEWIS 2007.

Durante lo scavo e il recupero degli inumati di Roccapelago sono emersi dei resti appartenenti ad individui fetali, perinatali, neonatali e infantili, in tutte le unità stratigrafiche, oltre che nella tomba indicata come esclusiva per le sepolture infantili, individuata in fase di scavo nell'US 34. Il campione osteologico esaminato presentava una notevole ricchezza quantitativa come dimostrano le oltre 5000 ossa esaminate nel corso degli ultimi due anni. Lo stato di conservazione variava a seconda dell'unità stratigrafica in esame, ma era prevalentemente buono. Il campione si presentava completamente scheletrizzato, a parte alcune rare eccezioni in cui, grazie alla conservazione di strutture tendinee e legamentose, alcuni distretti sono giunti fino a noi ancora in connessione anatomica (Fig. 1). Sulla superficie di diverse ossa, soprattutto nelle zone metafisarie, ricche di midollo emopoietico, erano visibili molteplici tracce di erosione "a rotaia", caratteristiche dei segni lasciati dai denti dei roditori che frequentavano la cripta e dei quali sono stati trovati anche alcuni esemplari mummificati. Scopo del presente studio è stato quello di incrementare le conoscenze relative alla comunità vissuta e sepolta a Roccapelago tra la fine del XVI e il XVIII secolo, analizzando il campione osteologico perinatale, neonatale e infantile, confrontando poi il dato biologico con il dato storico.

Si è proceduto, dunque, con il riconoscimento delle singole ossa e la relativa lateralizzazione. In seguito, è stato calcolato il numero minimo degli individui sulla base dell'osso omolaterale o impari più rappresentato. La stima della morte è

stata ottenuta mediante l'applicazione dei metodi classici, scelti criticamente secondo la natura del campione: è stato osservato il grado di eruzione dentaria⁷, il grado di maturazione scheletrica fetale⁸ e postnatale⁹ e la misurazione della lunghezza diafisaria massima¹⁰. Successivamente, il campione è stato suddiviso in cinque classi di età: una prenatale e quattro postnatali. Per questo studio, sono state considerate tutte le ossa ai fini del calcolo del numero minimo degli individui, ma le ossa frammentate o danneggiate sono state escluse per l'analisi dell'età alla morte.



Fig. 1 *Arti in parziale connessione anatomica.*

⁷ ALQAHTANI *et al.* 2010.

⁸ FAZEKAS, KÒSA 1978.

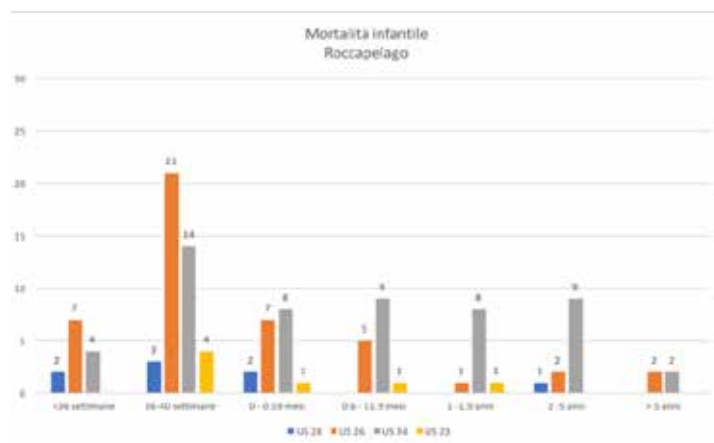
⁹ SUE BLACK *et al.* 2019.

¹⁰ MARESH 1970.

Infine, lo stato di salute della comunità infantile è stato valutato mediante l'esame macroscopico delle ossa e il confronto con gli atlanti e trattati di paleopatologia di riferimento¹¹.

L'osso maggiormente rappresentato è risultato essere l'omero, grazie a cui è stato possibile calcolare il numero minimo di individui in tutte le unità stratigrafiche analizzate (UUSS 28, 26, 34, 23). Le due unità che hanno restituito un campione più numeroso sono le UUSS 26 e 34, databili dalla fine del 1600 fino alla prima metà del 1700. Il numero minimo di individui finora stimato è di 161.

I risultati di queste analisi mostrano un'alta mortalità nel periodo perinatale, con un picco tra la 36esima e la 40esima settimana di gestazione. La mortalità resta alta nel primo anno di vita, soprattutto entro i primi sei mesi, per poi calare drasticamente entro i cinque anni di vita, come si evince dal grafico qui riportato.



È stato possibile effettuare un confronto diacronico solo tra le unità stratigrafiche 26 e 34 (attribuibili rispettivamente al XVII e al XVIII secolo) che presentavano il maggior numero di individui (rispettivamente, 62 e 71), dal quale si è potuto evincere che, passando dal XVII al XVIII secolo, c'è stata una diminuzione della frequenza di morti durante il parto, con un leggero aumento della mortalità postnatale.

Il confronto con i dati storici ha fornito un valido confronto¹², confermando l'alta mortalità alla nascita ed entro il primo anno di vita, da porre in relazione con i rischi legati al parto, come quelli dovuti a parti podalici e gemellari, e ai rischi connessi con lo svezzamento precoce, pratica diffusa per mantenere un'alta natalità nella comunità, che comportava però un periodo di aumentata vulnerabilità per l'infante. Sappiamo, dai dati storici, che i parti pro capite per madre erano in media 6 (con un massimo di 13 parti per madre). Fenomeno interessante, che

evidenzia quanto i rischi legati al momento del parto fossero avvertiti nella comunità, è quello del battesimo di emergenza che, come è emerso dai dati d'archivio, veniva amministrato durante i parti più rischiosi, con una frequenza del 3,02%, che aumenta fino al 13,73% nel caso dei parti gemellari. Il parto era, dunque, un avvenimento rischioso, talvolta fatale e sicuramente tangibile per la comunità di Roccapelago. Lo dimostra anche il fatto che, fra i gemelli battezzati con rito d'emergenza, nessuno è sopravvissuto¹³.

¹¹ ORTNER, ERICKSEN 1997.

¹² Archivio Parrocchiale di Roccapelago, *Libro dei Morti 1599-1738*; Archivio Parrocchiale di Roccapelago, *Libro dei Morti 1738-1891*.

¹³ TRAVERSARI *et al.* 2016.

L'analisi dello stato di salute ha messo in evidenza la presenza di alcune porosità anormali in aree specifiche dello scheletro, in particolare modo nelle ossa del cranio (soprattutto nella zona del palato duro, nella superficie ectocranica della volta cranica, nella *pars squamosa* dell'osso temporale, e nel tetto orbitario). La presenza di fori che penetrano nella corticale non ha un'etiologia precisa ma risulta essere legata ad anemie e avitaminosi. Il particolare pattern, rappresentato dalla presenza di porosità nella grande ala dello sfenoide, considerato patognomonico dello scorbuto¹⁴, suggerisce la probabile presenza di questa malattia metabolica dovuta alla carenza di vitamina C. Poiché queste evidenze sono state riscontrate principalmente nelle prime due classi di età, le carenze potrebbero essere imputabili all'alimentazione materna, probabilmente povera di proteine, frutti e vegetali¹⁵. La presenza di markers da stress di probabile natura carenziale non è improbabile, in quanto si ha notizia di almeno due periodi di carestia che colpirono le comunità del territorio, avvenuti nei secoli XV e XVI. Nello scheletro postcraniale, infine, è stata rilevata la presenza di periostite, infezione aspecifica dall'etiologia non nota, e due casi di miosite di probabile origine post traumatica (Figg. 2, 3, 4).

I casi di traumi infantili rinvenuti nel campione in esame sono pochi. È presente un caso di miosite post traumatica su un frammento di costa e due casi di frattura costale, di cui purtroppo non conosciamo l'età né è possibile esprimersi sulla possibilità che le due coste appartenessero o meno allo stesso individuo. Le fratture sono entrambe a legno verde, tipologia tipica dell'osso giovane, ed entrambe mostrano una reazione

dell'osso al trauma, segno che l'individuo (o gli individui) è sopravvissuto per qualche settimana al trauma, ma è morto prima che l'osso po-



Fig. 2 *Mascella con diffusa porosità palatale.*



Fig. 3 *Superficie ectocranica con diffusa porosità in un osso parietale.*



Fig. 4 *Grande ala dello sfenoide con diffusa porosità.*

¹⁴ ORTNER, ERICKSEN 1997.

¹⁵ GRUPPIONI *et al.* 2011.



Fig. 5 Frattura su costa.

tesse terminare il suo processo riparativo (Fig. 5). Durante lo studio sono stati riscontrati alcuni problemi metodologici dovuti, in larga parte, alla condizione commista dei resti che costituivano il campione in esame. L'impossibilità di assemblare le singole ossa appartenenti al medesimo individuo ha limitato le analisi, in quanto ha impedito di confrontare il risultato ottenuto sulla base dell'eruzione dentale con i risultati emersi dall'analisi dell'accrescimento scheletrico, impedendo quindi di valutare la presenza di eventuali difetti di crescita. Non è stato possibile, quindi, eseguire un confronto fra il grado di eruzione dentaria, notoriamente più affidabile poiché meno influenzato da fattori ambientali, e l'analisi del grado di maturazione scheletrica che, invece, tende a sottostimare l'età alla morte in quanto i metodi non tengono conto di eventuali carenze alimentari nell'infante (o nella madre, nel caso di infanti non ancora svezzati) che possono comportare la nascita di un neonato più piccolo della norma. Altresì non tengono conto di eventuali parti gemellari, che si attestano all'1-2%, o di altre eventuali patologie che possono contribuire al rallentamento della crescita fetale. La scarsa presenza di denti in alveolo ha limitato anche lo studio delle patologie dentali e dell'eventuale presenza di ipoplasia. Non è stato

possibile, inoltre, produrre dei confronti validi con altre comunità limitrofe coeve.

Questo qui presentato è un lavoro preliminare che rientra nell'ambito del vasto progetto di studio sull'antica comunità di Roccapelago, un *unicum* per quanto riguarda l'orizzonte cronologico e sociale di riferimento. Ulteriori indagini antropologiche saranno portate avanti nel corso dei prossimi mesi, volte ad indagare altri fenomeni quali, ad esempio, l'eventuale ritardo della crescita e gli usi legati allo svezzamento.

Bibliografia

ALQAHTANI S.J., HECTOR M.P., LIVERSIDGE H.M. 2010, *Brief Communication: The London Atlas of Human Tooth Development and Eruption*, «American Journal of Physical Anthropology», 142, pp. 481-490.

ARCHIVIO PARROCCHIALE DI ROCCAPELAGO, *Libro dei Morti 1599-1738*.

ARCHIVIO PARROCCHIALE DI ROCCAPELAGO, *Libro dei Morti 1738-1891*.

BLACK S., SCHAEFER M., SCHEUER L. 2009, *Juvenile Osteology: a Laboratory and Field Manual*, Elsevier Academic Press.

FAZEKAS I.G., KÒSA F. 1978, *Forensic Fetal Osteology*, Akadémiai Kiadó, Budapest.

FORNACIARI G., GIUFFRÀ V. 2009, *Lezioni di Paleopatologia*, ECIG, Genova.

GRUPPIONI G., LABATE D., MERCURI L., MILANI V., TRAVERSARI M., VERNIA B. 2011, *Gli scavi della chiesa di San Paolo di Roccapelago nell'Appennino modenese. La cripta con i corpi mummificati naturalmente*, in «Pagani e cristiani. Forme di attestazioni di religiosità dal mondo antico in Emilia», X, pp. 219-248.

LEWIS M.E. 2007, *The Bioarchaeology of Children. Perspectives from Biological and Forensic Anthropology*, Cambridge University Press, Cambridge.

MARESH M. 1970, *Measurements from roentgenograms*, in MCCAMMON R.W. (Ed.), *Human Growth and Development*, Springfield IL, C.C. Thomas, pp. 157-200.

ORTNER D.J. 2003, *Identification of Pathological Conditions in Human Skeletal Remains*, Academic Press, Elsevier, San Diego.

ORTNER D. J, ERICKSEN M.F. 1997, *Bone changes in the human skull probably resulting from scurvy in infancy and childhood*, «Int J of Osteoarchaeol», 7, 3, pp. 212-220.

PERRY M. 2006, *Redefining Childhood through Bioarchaeology: Toward an Archaeological and Biological Understanding of Children in Antiquity*, «Archeological Papers of the American Anthropological Association», XV, pp. 89-111.

TRAVERSARI M., FIGUS C., VAZZANA A., GRUPPIONI G., GALASSI F.M., VELLONE V.G., FULCHERI E. 2016, *Neonatal and postnatal mortality in Roccapelago through the study of parish records and histological evidence*, Conference paper, in «Pathologica. Journal of the Italian Society of Anatomic Pathology and Diagnostic Cytopathology», Italian Division of the International Academy of Pathology, Pacini Editore Medicina, pp. 248-249.

Mirko Traversari*

Nozze a Roccapelago, tra endogamia, esogamia ed isonimia

Già dalle prime fasi dell'indagine archeologica a Roccapelago, ci si è resi conto della preziosa opportunità data dallo studio comparato dei resti antropologici che stavano lentamente riemergendo, con i dati che si potevano desumere dai registri parrocchiali di riferimento, ancora presenti nell'archivio della parrocchia di Roccapelago. La possibilità di sovrapporre l'analisi documentaria allo studio antropologico di un'intera collettività è una opportunità relativamente rara, con un potenziale informativo straordinario. Questa possibilità sul caso in esame, si è concretizzata durante il 2012, quando è stato possibile visionare i registri conservati presso l'Archivio Parrocchiale di Roccapelago. A questa prima valutazione, è seguito il processo di digitalizzazione, necessario per limitare al massimo i possibili danni dovuti a prolungate e pericolose manipolazioni degli antichi registri. Sono stati così acquisiti due *Libri dei Morti*, tre *Libri dei Nati* e due *Libri dei Matrimoni* per un totale di 2.590 pagine e oltre settemila registrazioni, redatte da almeno trenta mani che si differenziano per stile utilizzato, capacità analitica e ricchezza di dettagli forniti. L'arco cronologico coperto dalle registrazioni, con alcune differenze tra le varie categorie di registri, va dalla fine del XVI agli albori del XX secolo.¹

Gli atti matrimoniali coprono il periodo che va dal 1575 al 1929 e sono suddivisi in due distinti volumi, il primo intitolato *Matrimoni dal 1575 al 1822-Libro 1° e 2°*, il secondo *Matrimoni dall'anno 1822 al Libro 3°*, che si chiude appunto nel 1929. Le informazioni sono riportate abbastanza omogeneamente lungo tutto l'arco cronologico; è apprezzabile la consueta scarsità di cognomi nelle prime registrazioni,² la cui presenza si consolida verso gli anni 30 del XVII secolo, mentre troviamo quasi immediatamente la formula di assolvimento al rito tridentino così come voluto dalla normativa vigente nel periodo. Nelle note di registrazione sono inoltre indicati i luoghi di provenienza e di residenza degli sposi, i casi di nozze in secondo voto e se sia stata richiesta la dispensa per consanguineità, con il relativo grado di parentela degli sposi. Questi registri, redatti alternativamente in latino ed in italiano, risultano essere forse i più dettagliati e ricchi di notizie, rispetto alle altre due tipologie di registri indagati. Le annotazioni ricomprese nel periodo d'uso dei *Libri dei Matrimoni* sono 1.171. All'interno di tutti i volumi analizzati, oltre agli atti istituzionali, sono state recuperate frasi non istituzionali, scritte prevalentemente da don Francesco Berti, rettore della chiesa di Roccapelago nei primi decenni del 1700 e con-

* Dipartimento di Beni Culturali, Laboratorio di Antropologia fisica e del DNA antico, Università di Bologna, Campus di Ravenna.

¹ Le registrazioni delle morti vanno dal 1599 al 1891; quelle delle nascite dal 1593 al 1916 e quelle dei matrimoni dal 1575 al 1929.

² Questo fenomeno è già stato osservato durante lo studio dei registri dei Morti e dei Nati.

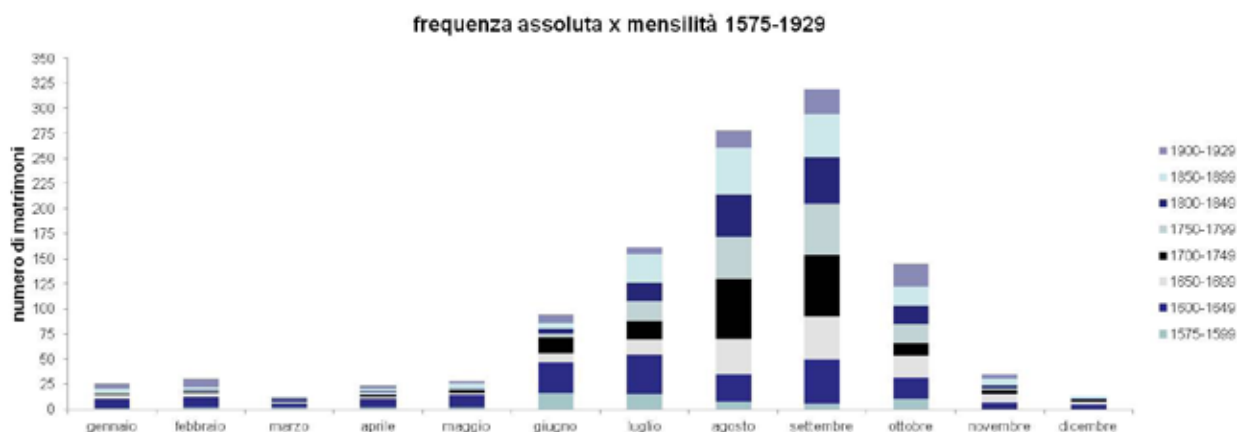


Fig. 1 Stagionalità dei matrimoni suddivisa per cinquantenni.

siderato una sorta di poeta e letterato grazie ai suoi studi classici;³ queste brevi frasi hanno la forma di pensieri dedicatori, di buon augurio in caso di nascite, di conforto in caso di decesso o di ammonizione per gli sposi. Altri scritti non istituzionali più consistenti e lunghi, fanno riferimento invece a parti di omelie, a preghiere o ad autori classici, che ritroviamo ai margini delle pagine o negli spazi bianchi tra una registrazione e la successiva. Durante l'ultimo ventennio del Settecento inoltre, compaiono le prime annotazioni pertinenti ai controlli formali effettuati sui singoli registri; era usanza che i messi incaricati centralmente dalla sede diocesana effettuassero controlli sulla correttezza delle informazioni registrate durante le Visite Pastorali, siglando poi con un «visto e approvato»⁴ l'operazione di verifica, evidenziando eventualmente anomalie o correzioni da apportare.⁵ Tra i primi aspetti considerati ed analizzati sui *Libri dei Matrimoni*, la frequenza stagionale dei matrimoni ha fornito risultati che confermano

le osservazioni precedentemente avanzate circa la stagionalità dei concepimenti e delle morti; l'ufficio del matrimonio trova infatti il suo massimo picco durante l'ormai noto arco temporale che va da giugno ad ottobre, con una spiccata predilezione per i mesi di agosto e settembre, in concomitanza con le partenze degli uomini alla volta delle migrazioni stagionali (Fig. 1).

Successivamente allo studio della stagionalità, ci si è dedicati all'analisi dei matrimoni endo ed esogamici caratterizzanti le nozze degli antichi abitanti di Roccapelago. Un matrimonio è considerabile endogamico quando entrambi i coniugi provengono dallo stesso luogo; si parla invece di esogamia ogni qual volta almeno un coniuge non provenga dal luogo in esame; è chiaramente implicito che l'esogamia possa riguardare o il solo marito o la sola moglie o entrambi i coniugi. Grazie alla ricchezza di dati riportati dai parroci, è stato possibile individuare con precisione, quali coniugi non provenissero da Roccapelago e, soprattutto, da che territorio giungessero. Per

³ RICCI 1904-1905.

⁴ A.P.Ro, *Libro dei Morti dal 1738 al 1891. Libro 2°*, p. 75, verifica effettuata il 26 maggio 1787.

⁵ Ad esempio in A.P.Ro, *Libro dei Morti dal 1738 al 1891. Libro 2°*, p. 243 a piè di pagina, in cui si legge «Roccapelago il 1 agosto 1874. Visto in atto di Sacra Visita Pastorale, si raccomanda al sig. Prevosto [si tratta di don Angelo Coppi] di attenersi alla formale prescrizione nell'annotazioni, seguendo in particolare i sacramenti amministrati».

meglio comprendere questo rilevante fenomeno, che ha implicazioni non solo sociali, ma anche di carattere genetico, è bene considerare oltre al luogo di origine dei coniugi, anche la cosiddetta distanza matrimoniale ossia la distanza espressa in km fra i luoghi di provenienza degli stessi. Una volta visualizzato il bacino complessivo da cui provenivano i coniugi esterni (Fig. 2), è immediatamente apparso chiaro come le traiettorie privilegiate che fornivano maggiori possibilità di incontrare quello che poi sarebbe diventato il proprio coniuge, si disponessero lungo le due classiche direttrici di comunicazione che sono già state evidenziate dalle registrazioni di morti esterne a Roccapelago, e che corrispondevano alle direttrici sfruttate dai transumanti, i carbonai ed in generale i manovali dell'alto Frignano: la Toscana da una parte, l'Emilia dall'altra, con una spiccata predominanza del versante emiliano. Per quanto attiene alla distanza matrimoniale media rilevata lungo la serie storica analizzata, sulla totalità dei matrimoni si assiste ad un aumento progressivo fino ai 9 km registrati

per il sesso maschile nel periodo 1750-1799; le distanze nel periodo successivo fanno registrare una lieve diminuzione, conforme comunque a quella storicamente riconosciuta durante il XIX secolo su tutto il territorio nazionale, per poi aumentare nuovamente, stabilizzandosi sui 7,5 km di distanza media, durante il periodo 1900-1929. Se consideriamo la distanza media calcolata solo sui matrimoni esogamici, anche in questo aspetto è riconoscibile una predominanza dei maschi dimostrando che la mobilità era quindi prevalentemente a carico del sesso maschile. L'analisi delle distanze sui matrimoni esclusivamente esogamici, relazionati anche al numero di coniugi esterni, dimostrano che le donne nel corso dei diversi periodi, seppur sempre numericamente inferiori rispetto agli uomini, sembrano avere aumentato la distanza di provenienza, a volte anche sensibilmente, quindi erano in numero molto minore a provenire da fuori, ma venivano da più lontano rispetto agli uomini (Fig. 3). È comunque bene considerare che era consuetudine celebrare il matrimonio presso la

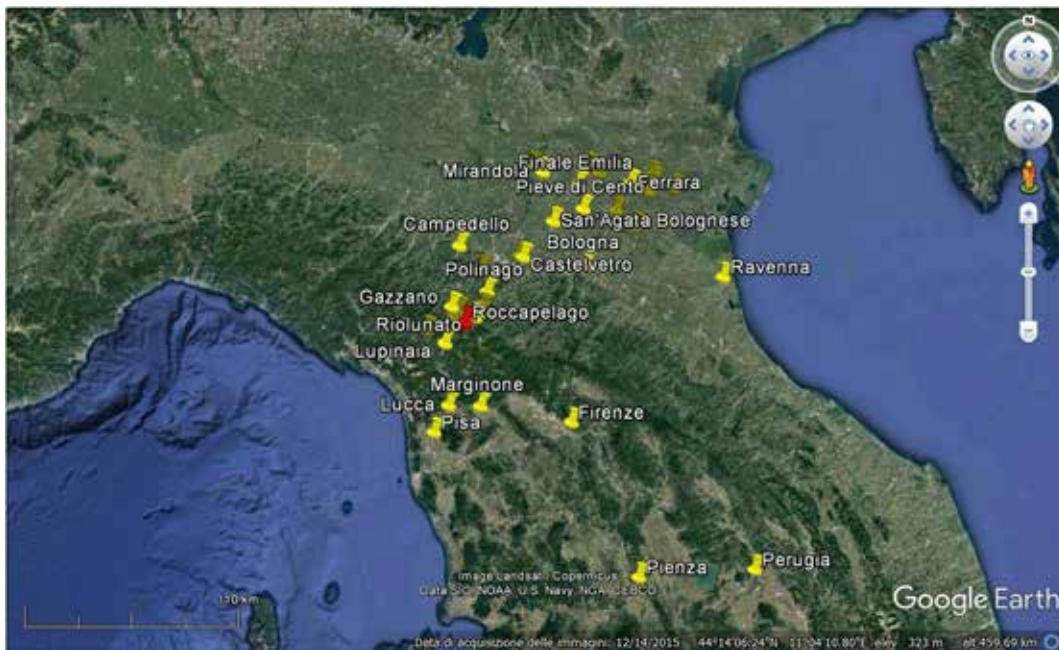


Fig. 2 *Distribuzione geografica delle località da cui proviene il coniuge esterno. Appaiono chiari i bacini di provenienza: Toscana ed Emilia.*

Periodo considerato	distanza media/n°U	distanza media/n°D
Periodo 1575-1599	22,9 Km/5 mariti	2,0 Km/1 mogli
Periodo 1600-1649	9,6 Km/32 mariti	4,0 Km/2 mogli
Periodo 1650-1699	5,0 Km/33 mariti	5,7 Km/4 mogli
Periodo 1700-1749	8,3 Km/79 mariti	14,7 Km/7 mogli
Periodo 1750-1799	16,7 Km/80 mariti	30,2 Km/20 mogli
Periodo 1800-1849	12,2 Km/42 mariti	5,7 Km/4 mogli
Periodo 1850-1899	9,8 Km/45 mariti	6,6 Km/5 mogli
Periodo 1900-1929	17,1 Km/47 mariti	60,1 Km/9 mogli

Fig. 3 Numero di coniugi esogamici, con l'indicazione della distanza da Roccapelago, suddivisi in base ai periodi prestabiliti.

parrocchia di appartenenza della moglie, che non sempre coincideva con quella di effettiva residenza. L'analisi dell'endogamia ed esogamia sull'intero periodo, mostra generalmente un progressivo aumento di coniugi non provenienti dalla comunità di Roccapelago, a dimostrazione di una progressiva apertura verso l'esterno; durante il periodo 1650-1699 i coniugi maschi forestieri sono 33, mentre le donne sono 4; nel 1700-1749 i coniugi maschi forestieri sono 79, mentre le donne sono 7; nel 1750-1799 i coniugi maschi forestieri sono 80, mentre le donne sono 20. Durante il corso del XVIII secolo si assiste inoltre alla comparsa di coppie formate da entrambi i coniugi esterni a Roccapelago; in generale è os-

servabile una progressiva diminuzione dei matrimoni endogamici al trascorrere del tempo, in favore di quelli esogamici (Fig. 4). La comunità di Roccapelago ebbe quindi una forte connotazione endogamica, dovuta anche alle caratteristiche territoriali del luogo in cui sorge il paese, che determinò un alto grado di isolamento della popolazione, isolamento che andò via via diminuendo nel corso dei decenni, in favore di una maggiore permeabilità dei confini territoriali. Per quanto riguarda la valutazione del grado di consanguineità, avendo appena postulato che il caso di Roccapelago si possa delineare come un isolato genetico, è interessante ed utile prendere in considerazione anche l'analisi della consanguineità basata sulle dispense matrimoniali, l'autorizzazione ecclesiastica necessaria per potere contrarre matrimonio fra coniugi uniti da vincoli di parentela entro il quarto grado. Nel caso di Roccapelago appare immediatamente evidente che il grado più frequente di parentela oggetto di dispensa ecclesiastica, è la consanguineità di duplice quarto grado, quindi tra cugini di terzo grado; non mancano comunque parentele più strette, come nel caso di Luigi Ori e Lucia Rosa Vanni, sposi nel giorno 27 luglio 1775,

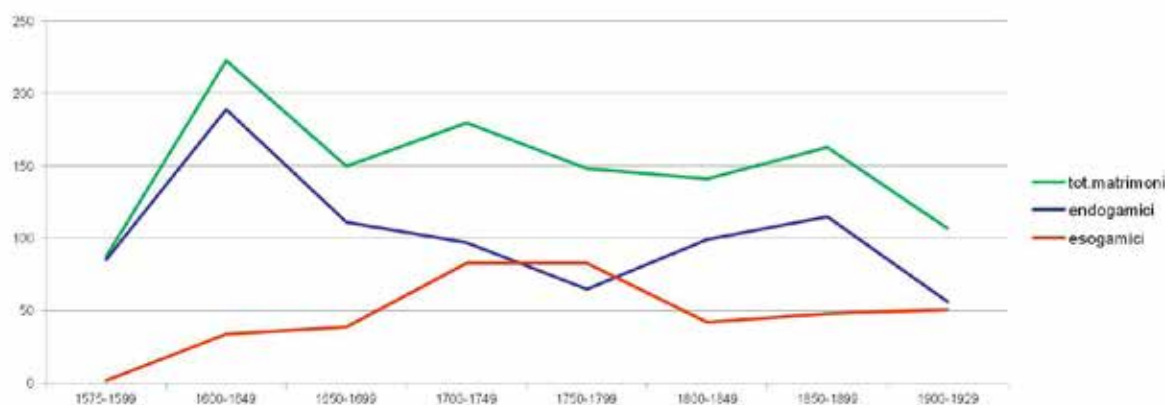


Fig. 4 Rappresentazione grafica degli andamenti nel tempo dei matrimoni totali, endogamici ed esogamici.

dopo aver ottenuta «la dispensa del terzo grado di consanguineità»⁶ (Fig. 5). I matrimoni tra consanguinei sembrano essere assenti fino alla metà del XVII secolo, successivamente si assiste invece ad una progressiva e apprezzabile ricorrenza del fenomeno, con numeri che oscillano da 20 fino a 33 matrimoni oggetto di dispensa, con la consueta flessione sui primi anni del XIX secolo, per poi subire un deciso incremento, con 38 casi, sul finire del medesimo secolo⁷ (Fig. 6). Allo studio della consanguineità tramite dispensa, avendo questa un limite intrinseco nell'identificazione delle parentele remote⁸, è sempre opportuno affiancare l'analisi della consanguineità

mediante isonimia.⁹ La locuzione 'matrimonio isonimico' descrive quei matrimoni in cui entrambi i coniugi siano portatori dello stesso cognome, come nel caso di Angelo Agostino Maria Ori e Pellegrina Ori,¹⁰ che convolarono a nozze il 3 settembre 1733 (Fig. 7). In questi casi, ci si basa sul presupposto che i cognomi, per il modo in cui vengono trasmessi, possano essere considerati dei geni neutrali del cromosoma Y. Si può così proporre che due individui con lo stesso cognome abbiano un antenato ancestrale comune. L'analisi dell'isonimia, oltre a restituire un valore o coefficiente totale (Ft) di consanguineità, può essere ulteriormente scomposto nelle sue

componenti casuali (Fr) e non casuali (Fn), dove la prima stima i matrimoni isonimici avvenuti per puro caso e la seconda invece quelli contratti intenzionalmente. Questo perché oltre al numero di unioni isonimiche che tendenzialmente ci si aspetta di avere, a causa della variabile frequenza degli stessi cognomi nel sesso maschile e femminile presenti in un piccolo territorio come quello di Roccapelago, se ne possono avere altre dovute alla tendenza in una comunità di contrarre matrimonio più o meno volontariamente tra soggetti impa-



Fig. 5 Esempio di un atto matrimoniale registrato in data 27 luglio 1775, con dispensa per consanguineità di terzo grado, tra i coniugi Luigi Ori e Lucia Rosa Vanni.

⁶ A.P.Ro; *Matrimoni dal 1575 al 1822-Libro 1° e 2°*, p. 159, n. 2.

⁷ BARRI et al. 1990; MORONI 1966.

⁸ Non essendo richiesto il dispositivo della dispensa per gradi di parentela superiori al quarto, eventuali parentele superiori non vengono registrate sui registri dei matrimoni.

⁹ È bene considerare che l'analisi isonimica tende intrinsecamente ad una possibile sovrastima della consanguineità, il metodo non considera infatti eventuali origini polifiletiche di alcuni cognomi, è quindi sempre bene una valutazione comparata tra le varie metodiche per meglio illustrare il fenomeno.

¹⁰ Questo matrimonio, oltre ad essere di natura isonimica, condividendo il cognome Ori appunto, è stato anche dispensato, essendo i coniugi legati da una parentela di quarto grado.

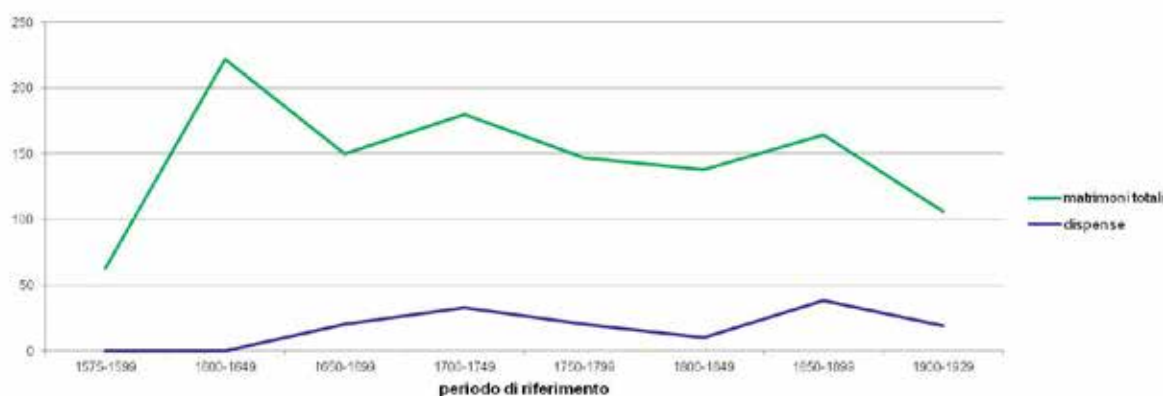


Fig. 6 Andamento diacronico dei matrimoni celebrati dietro concessione di dispensa per consanguineità, rispetto al totale dei matrimoni celebrati.



Fig. 7 Esempio di matrimonio isonimico, registrato in data 3 settembre 1733 relativo all'unione tra Angelo Agostino Maria Ori e Pellegrina Ori.

rentati per ragioni di carattere sociale, culturale, economico, ecc. Un valore del coefficiente non casuale (F_n) negativo, ad esempio, sta ad indicare la tendenza di una popolazione ad evitare consapevolmente le unioni tra parenti. Nel caso di Roccapelago, il coefficiente totale che oscilla su valori significativamente alti, è ulteriormente dettagliato da un andamento decrescente del valore relativo al coefficiente casuale, tipico dei

piccoli centri isolati, a cui si associa il progressivo aumento del valore relativo ai matrimoni isonimici non casuali, quindi intenzionali, con significativi picchi dal XIX secolo (Fig. 8). I valori del coefficiente casuale F_r , anche se in costante diminuzione, seppur sempre positivi e con alti valori, sono come detto relazionabili ad una popolazione isolata e di modeste dimensioni.¹¹ Parallelamente a questa diminuzione e a conferma

¹¹ Realtà in cui è fisiologicamente possibile contrarre matrimonio con coniugi imparentati.

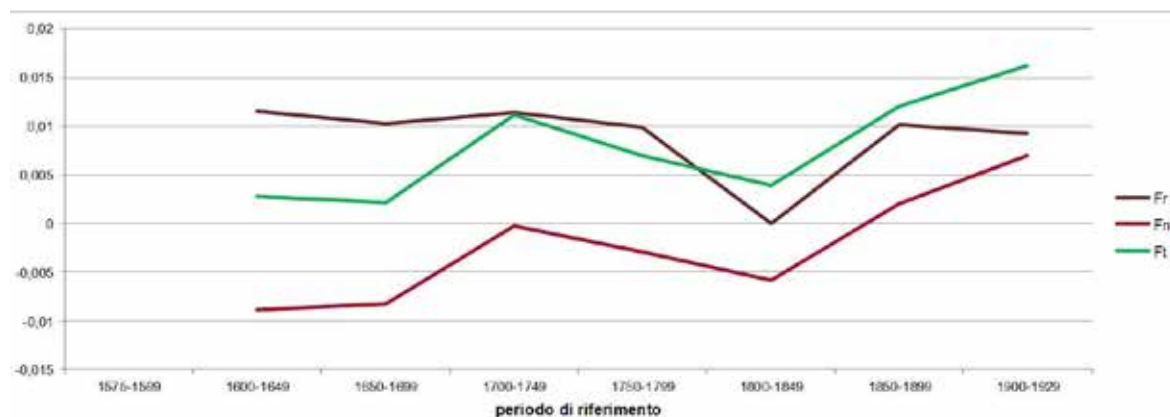


Fig. 8 Andamento diacronico dei coefficienti di consanguineità totale (Ft), casuale (Fr) e non casuale (Fn).

di quanto appena espresso, la componente non casuale Fn dimostra una crescente tendenza a contrarre volutamente un matrimonio tra parenti nella comunità in esame. Valori negativi di Fn, che indicano la tendenza ad evitare i matrimoni tra consanguinei, li registriamo infatti solo fino alla metà del XIX secolo, quando il dato diventa stabilmente positivo. È così meglio definibile l'aumento della consanguineità osservato durante la seconda metà del XIX secolo grazie all'analisi delle dispense. Questa crescente volontà di ricercare il legame tra parenti, soprattutto se ricondotto ai cognomi che tracciano questo andamento,¹² dimostra come quasi tutti i casi di matrimonio isonimico siano riconducibili ai cognomi storicamente più documentati e antichi di Roccapelago; questa dinamica potrebbe quindi essere ricondotta alla volontà di non frazionare le proprietà terriere acquisite nel corso del tempo o addirittura estendere i possedimenti acquisiti nel corso dei decenni da parte delle famiglie più antiche di Roccapelago. La stima del coefficiente di consanguineità valutata tramite l'isonimia, nel caso di Roccapelago ha fornito valori maggiori rispetto a quelli ottenuti tramite il metodo delle dispense, evidenziando

comunque il medesimo comportamento diacronico del fenomeno. La causa di questo scostamento è riconducibile alla possibile sottostima della consanguineità che si ottiene analizzando le sole dispense, che per loro natura, come si è detto, non considerano la consanguineità remota¹³.

Come già esposto però, gli andamenti delle singole analisi appaiono estremamente coerenti tra loro e questo depone per una buona attendibilità del risultato conseguito. L'andamento di questo fenomeno osservato a Roccapelago, ripropone l'andamento della consanguineità nazionale che, in linea generale, è possibile disaggregarla in tre periodi storici: dal XVII alla fine del XVIII secolo si assiste in generale ad una bassa frequenza di matrimoni tra consanguinei poi, dal XIX fino ai primi anni del XX secolo, questo fenomeno aumenta progressivamente, registrando solo una lieve flessione durante la Prima Guerra Mondiale; a questa fase segue poi un nuovo marcato incremento soprattutto nell'immediato dopoguerra; successivamente al Grande Conflitto, infine, si assisterà ad una nuova definitiva flessione negativa, che diventerà ancora più evidente dopo la Seconda Guerra Mondiale. Anche

¹² Antonioni, Ori, Turrini, Guerri, Bernardi, Zanetti, Benassi, Rinaldi, Vanoni, Lenzini, Tognarelli e Palandri.

¹³ Come nel caso di Roccapelago, cioè oltre il quarto grado.



Fig. 9 Alcuni esempi di caratteri epigenetici: a sinistra: foro sternale; al centro: persistenza della sutura metopica in un adulto; a destra: presenza di ossicine soprannumerarie lungo la sutura lamboidea (ossa wormiane).

lo studio antropologico può fornire interessanti indicazioni circa l'attenuarsi della tendenza alla consanguineità della comunità di Roccapelago. L'analisi comparata della presenza dei caratteri epigenetici¹⁴, cioè di variabili anatomiche che ammettono una base genetica, lungo la linea diacronica (Fig. 9), condotto sui resti provenienti da due diverse unità stratigrafiche individuate all'interno della cripta, mostra risultati coerenti con quanto precedentemente evidenziato circa le variazioni del grado di endogamia e di consanguineità. Nei resti umani provenienti dalla US 23, la più recente e inquadrabile nel pieno XVIII secolo, si assiste ad una significativa diminuzione percentuale delle frequenze dei suddetti caratteri, con una media percentuale che si aggira sul 13-14% in meno rispetto a quella che si registra nei resti della US 26, riferibile all'arco cronologico che spazia dalla seconda metà del XVII secolo fino ai primissimi anni del XVIII; anche il dato antropologico sembra dunque confermare l'ipotesi che Roccapelago, da chiuso isolato genetico, nel corso del XVIII secolo si sia

gradualmente aperto verso l'esterno, conservando solo tendenze alla consanguineità in alcune famiglie per probabili scopi patrimoniali.

Grazie alle annotazioni scritte dai parroci sulle nozze in secondo voto dei coniugi (Fig. 10), è stato inoltre possibile evidenziare l'andamento e la natura di questo fenomeno. Le nozze in secondo voto paiono praticamente assenti durante il XVII secolo; durante il XVIII secolo assistiamo invece ad un progressivo aumento di questo tipo di pratica, con un picco massimo che sembra cadere entro la seconda metà del XVIII secolo, in cui vengono celebrati 21 matrimoni con almeno un coniuge in secondo voto. La possibilità di sposarsi nuovamente, una volta rimasti vedovi, sembra comunque essere una prerogativa prevalentemente maschile: sull'intero arco cronologico considerato dai registri matrimoniali, 44 sono stati gli uomini che hanno contratto un secondo matrimonio, mentre le donne sono appena 17. Se consideriamo inoltre solamente i matrimoni con marito in secondo voto, solo nel 20% dei casi abbiamo anche la moglie nella stessa condizione, a

¹⁴ Sono ad esempio caratteri epigenetici i vari fori nutritizi non oblitterati durante la crescita, la sutura metopica sull'osso frontale del cranio o le ossa soprannumerarie poste tra le suture del cranio.

dimostrazione del fatto che, in generale, per la scelta del secondo coniuge l'orientamento prevalente degli uomini era comunque verso una donna nubile. La situazione femminile pare governata da dinamiche differenti, le donne rimaste vedove, nel 53% dei casi si sono nuovamente sposate con uomini vedovi a loro volta, mentre solo nel 47% dei casi convolavano a nuove nozze con uomini al primo voto. Sembra a questo punto chiaro che la necessità di prendere nuovamente moglie per un uomo vedovo, rispondesse comunque alla necessità o possibilità di generare altri figli, possibilità fornita da donne ancora in età fertile che solo occasionalmente potevano trovarsi nella condizione di vedovanza. La situazione femminile invece pare trovare le proprie ragioni su interessi di tipo sociale, come la possibilità di garantirsi una compagnia fidata fino alla vecchiaia, piuttosto che cercare un nuovo padre per i propri figli; non era inoltre

infrequente il mantenimento dello status di vedovanza da parte delle donne, fenomeno meno frequente nel sesso maschile. Ancora una volta, l'analisi dei registri parrocchiali restituisce un variegato quadro sociale e demografico di questa piccola comunità, isolata e racchiusa nei propri confini, ma estremamente vitale e dinamica nella sua vita quotidiana.

Bibliografia

- MORONI A. 1966, *Andamento della consanguineità nell'Italia Settentrionale negli ultimi quattro secoli*, «Atti dell'Associazione Genetica Italiana», 12, pp. 202-222.
- BARRAI I., FORMICA G., BARALE R., SCAPOLI C., CANNELLA R., BERETTA M. 1990, *Isonymy in emigrants from Ferrara in 1981-1988*, «Annals of Human Biology», 17, pp. 7-18.
- RICCI B. 1904-1905, *Di un rettore di Roccapelago poeta latino*, «Lo Scoltenna. Atti e Memorie», serie I, II, pp. 55-64.



Fig. 10 Esempio di annotazione nel caso di nozze “in secondo voto”.

Elisabetta Cilli*, Mirko Traversari*, Sara De Fanti**, Patrizia Serventi*^{***},
Stefania Sarno**, Andrea Quagliariello**, Chiara Panicucci*, Marta Maria Ciucani*,
Gianmarco Ferri***, Donata Luiselli**, Giorgio Gruppioni*

Paleogenetica e paleodemografia degli antichi abitanti di Roccapelago

Introduzione

Il progetto di studio delle mummie di Roccapelago, nato in seguito al ritrovamento, nella cripta della locale chiesa della Conversione di San Paolo Apostolo, dei resti di oltre 400 individui, molti dei quali parzialmente mummificati¹, ha previsto, fin dall'inizio, un approccio multidisciplinare volto all'integrazione dei risultati scaturiti dalle indagini archeologiche, antropologiche, paleodemografiche e paleopatologiche con quelli prodotti dalle analisi genetiche dei reperti. A questo scopo è stato programmato, tra l'altro, anche uno studio diacronico del DNA finalizzato a indagare la struttura e le dinamiche della popolazione di Roccapelago nell'arco di circa quattro secoli, cioè dalla fase più antica di uso sepolcrale della cripta fino alla comunità attualmente vivente. La selezione dei campioni oggetto dello studio ha perciò riguardato sia i reperti antichi, risalenti a un periodo compreso tra la fine del XVI e la fine del XVIII secolo², sia membri attuali della comunità locale.

Il lavoro qui presentato costituisce il prosieguo dell'analisi paleogenetica preliminare svolta sulle mummie di Roccapelago (MO), presentata al convegno "Le Mummie di Roccapelago: archeologia, antropologia e scienze applicate a confronto" (Modena, 15 febbraio 2014)³. In particolare vengono qui presentati i risultati dell'analisi condotta tramite tecniche di sequenziamento del DNA di ultima generazione (Next Generation Sequencing, NGS) che consentono di superare i problemi e i limiti legati all'uso delle metodologie classiche (sequenziamento Sanger) e di ottenere risultati più affidabili⁴.

Considerato che il piccolo borgo di Roccapelago, per la sua posizione geografica e il contesto ambientale in cui è insediato, sembra possedere le caratteristiche di un isolato genetico, gli obiettivi della ricerca qui presentata possono essere così schematicamente elencati: 1) gettare le basi per una biobanca del DNA della popolazione antica e attuale di Roccapelago, anche in vista di studi futuri di genetica e genomica; 2) caratterizzare le linee parentali maschili e femminili

* Dipartimento di Beni Culturali, Laboratori di Antropologia fisica e del DNA antico, Università di Bologna, Campus di Ravenna.

** Dipartimento di Scienze Biologiche, Geologiche e Ambientali, Laboratorio di Antropologia Molecolare e Centre for Genome Biology, Università di Bologna.

*** Dipartimento di Medicina Diagnostica, Clinica e di Sanità Pubblica, Università di Modena e Reggio Emilia.

¹ GRUPPIONI *et al.* 2011.

² BIVIANO *et al.* 2016; TRAVERSARI *et al.* 2016.

³ Si veda il contributo di CILLI *et al.*, *Il DNA delle mummie di Roccapelago: risultati preliminari*, in questo stesso volume.

⁴ RIZZI *et al.* 2012.

della comunità allo scopo di ricostruire la storia genetica dei ceppi familiari; 3) incrociare i risultati delle analisi genetiche con i dati desunti dai registri parrocchiali e dall'esame antropologico dei resti scheletrici al fine di ricostruire la struttura e le dinamiche genetico-demografiche della popolazione.

Per tali finalità sono stati tipizzati sia il DNA mitocondriale, ereditato per via matrilineare, sia il cromosoma Y, trasmesso per linea paterna, in campioni di inumati provenienti dalla cripta, oltre che in un gruppo di individui dell'attuale comunità di Roccapelago. Sono stati, inoltre, presi in considerazione i dati antropologici desunti dallo studio dei resti umani e i dati biodemografici raccolti dai registri parrocchiali della medesima comunità oggetto di studi precedenti⁵.

Si tratta di uno dei pochi studi genetici, eseguito secondo una prospettiva diacronica, che unisce l'analisi del DNA antico dei membri del passato di una comunità umana con quella del DNA moderno dei membri viventi della stessa comunità. Questo tipo di studi è oggi possibile grazie all'elevato grado di affidabilità e di informatività raggiunto dalle metodologie di analisi del DNA, e in particolare del DNA antico. Lo studio del materiale genetico proveniente da reperti biologici antichi ha visto, infatti, nel corso delle oltre tre decadi dalla nascita di questo tipo

di ricerche⁶, progressive innovazioni, che hanno permesso di ottenere e decifrare, con risultati sempre più consistenti, il genoma di individui o organismi del passato⁷, portando, fra l'altro, un contributo fondamentale agli studi riguardanti l'evoluzione delle specie, la storia bioculturale e le dinamiche delle comunità umane, la ricostruzione dei rapporti di parentela, nonché la caratterizzazione di particolari tratti fenotipici e di malattie genetiche, polifattoriali e infettive⁸. Tuttavia, nonostante i notevoli sviluppi tecnologici che la ricerca in questo campo ha visto, l'archeogenetica deve necessariamente tener conto delle problematiche riguardanti la degradazione⁹ e la contaminazione del DNA contenuto nei reperti antichi¹⁰. Per controllare e ovviare a queste problematiche e ottenere risultati attendibili, è necessario seguire alcune linee guida su come effettuare correttamente il campionamento e l'analisi dei reperti. Esse prescrivono, tra l'altro, l'impiego di dispositivi di protezione individuali (es. guanti, mascherine, tute, etc.) atti ad evitare la contaminazione da DNA moderno, la esecuzione di analisi indipendenti in diversi laboratori e la tipizzazione di tutti gli operatori in qualche modo coinvolti nella manipolazione dei reperti¹¹. È fondamentale, inoltre, che le analisi su materiale genetico antico siano svolte solo in laboratori esclusivamente riservati a DNA

⁵ Tali ricerche sono parte di un più ampio studio della documentazione dell'archivio parrocchiale che rientra nell'ambito della tesi di dottorato del dott. Mirko Traversari, svolta all'interno del Dottorato in Studi sul Patrimonio Culturale, Università di Bologna.

⁶ HIGUCHI *et al.* 1984.

⁷ HAGELBERG *et al.* 2015; MOROZOVA *et al.* 2016; PARDUCCI, BENNETT 2017; NIELSEN *et al.* 2017.

⁸ MOROZOVA *et al.* 2016.

⁹ Dopo la morte di un organismo, infatti, i meccanismi di riparazione della cellula cessano le loro funzioni e il materiale genetico va incontro a un costante decadimento. Ciò causa un abbassamento della concentrazione del DNA endogeno, la cui molecola subisce un processo di frammentazione e di modificazione chimica della doppia elica (LINDAHL 1993; DABNEY *et al.* 2013; CARAMELLI 2009).

¹⁰ DABNEY *et al.* 2013; MOROZOVA *et al.* 2016, pp. 299-301.

¹¹ COOPER, POINAR 2000, p. 1139; KNAPP *et al.* 2015, p. 4.

degradato, opportunamente compartimentati e dotati di sistemi di filtrazione dell'aria e pressione positiva. Tali strutture devono essere organizzate in diverse aree, ciascuna dedicata a una specifica fase del lavoro: uno spogliatoio riservato nel quale gli operatori indossano i dispositivi di protezione, una zona di decontaminazione e prelievo dei campioni e infine un locale dedicato all'estrazione del DNA e alla costruzione delle librerie¹². Inoltre, è necessario che la fase di amplificazione del DNA avvenga in un'area distinta dai locali in cui si effettuano le analisi precedenti. È infatti la separazione fisica tra queste aree di lavoro che permette di evitare la contaminazione da prodotti dell'amplificazione del DNA nei locali dedicati alla estrazione del materiale genetico antico¹³.

Per assicurare le suddette condizioni operative, l'analisi archeogenetica delle mummie di Roccapelago è stata eseguita a Ravenna, presso il Dipartimento di Beni Culturali dell'Università di Bologna, dove è stato allestito un laboratorio che risponde a queste specifiche strutturali e impiantistiche. Al contempo, l'analisi del DNA moderno ottenuto dagli individui viventi è stata effettuata presso il Laboratorio di Antropologia Molecolare e Centre for Genome Biology del Dipartimento di Scienze Biologiche, Geologiche e Ambientali dell'Università di Bologna.

Materiali e metodi

Ai fini della presente ricerca sono stati campionati complessivamente 99 inumati rappresentativi dell'intero arco temporale di utilizzo, a scopo sepolcrale, della cripta della chiesa di Roccapelago¹⁴. Di questi, ai fini dello studio in oggetto, al momento della stesura di questo lavoro ne sono stati esaminati complessivamente 11 per il cromosoma Y, di cui: 3 provenienti dalla US 28, l'unità stratigrafica corrispondente al pavimento della cripta, databile alla fine del XVI secolo¹⁵; 6 dalla US 23 corrispondente alla sommità del cumulo di inumati, riferibile all'inizio del XVIII secolo¹⁶ e 2 dalla US 26, relativa allo strato intermedio di inumati, plausibilmente riferibile al XVII secolo (Fig. 1). Mentre per il DNA mitocondriale sono stati analizzati 8 individui con tecnologie NGS e sono riferibili alla US 28 (4 individui) e alla US 23 (4 individui).

Si è inoltre provveduto al campionamento e all'analisi molecolare della popolazione moderna di Roccapelago (14 individui), per studiarne la variabilità genetica e confrontarla con quella dell'antica comunità. Con la finalità di selezionare tra gli attuali abitanti di Roccapelago quelli che plausibilmente rappresentano più fedelmente i discendenti dell'antica comunità, sono state valutate le frequenze e la stabilità nel tempo dei cognomi presenti nei registri parrocchiali che indicano i ceppi famigliari che costituivano la comunità stessa. Nello specifico sono stati studiati i singoli trend famigliari sui libri dei morti

¹² Una libreria è, generalmente, una collezione completa di acidi nucleici rappresentativi del genoma di un intero organismo o di parte di esso. Attraverso una libreria genomica è possibile preservare il genoma o la frazione di interesse per svariate finalità.

¹³ KNAPP *et al.* 2012.

¹⁴ BIVIANO *et al.* 2016, pp. 217-224.

¹⁵ BIVIANO *et al.* 2016, p. 211.

¹⁶ TRAVERSARI *et al.* 2016, pp. 217-224.

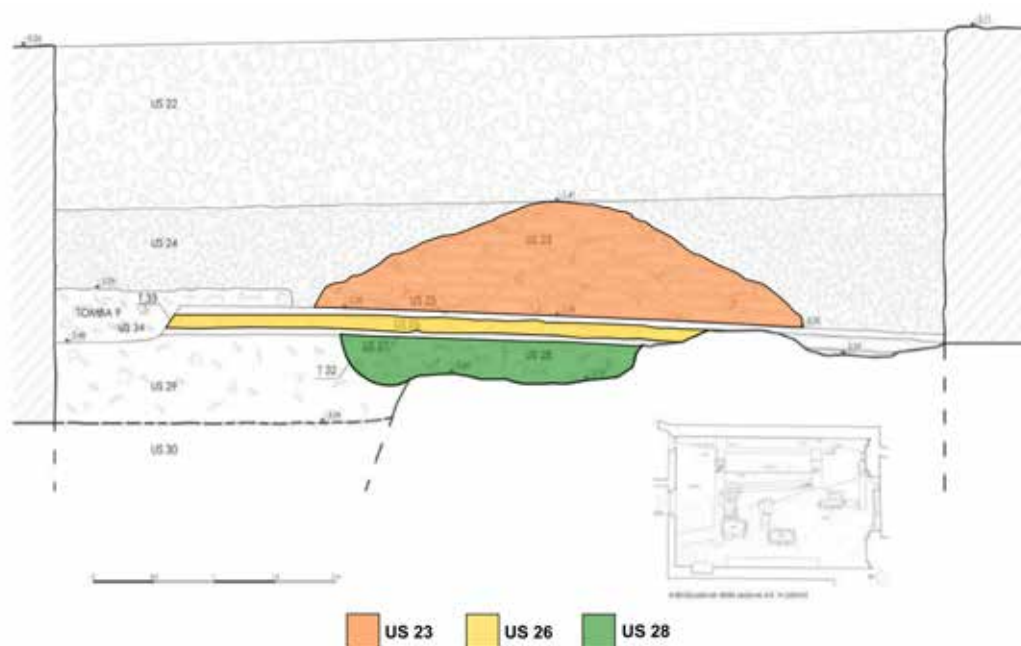


Fig. 1 Chiesa della Conversione di San Paolo, loc. Roccapelago - Comune di Pievepelago (MO). Campagna di scavo archeologico 2011 - rilievo piano-altimetrico dello scavo (Area D, scala 1:20). Arch. Alessandra Alvisi. Modificata.

e dei nati, per meglio evidenziare la continuità o le estinzioni delle linee cognominali. Ciò ha consentito di individuare un gruppo di famiglie, stabilmente presenti nel territorio fin dalla fine del XVI secolo e attualmente ancora rappresentate e che potrebbero perciò essere ritenute “fondative” della comunità di Roccapelago¹⁷, dai cui membri sono stati effettuati i prelievi di cellule della mucosa buccale (Fig. 1).

Ai fini del campionamento per le analisi genetiche dei reperti antichi si è provveduto al prelievo degli elementi scheletrici che garantiscono una miglior conservazione del materiale genetico e una maggior protezione dai rischi di contaminazione da DNA esogeno, quali i denti e la roccia petrosa dell’osso temporale¹⁸. Durante tutte le

fasi di lavoro sui reperti scheletrici destinati all’analisi del DNA antico sono state seguite le linee guida introdotte allo scopo di minimizzare le possibilità di contaminazione da DNA esogeno¹⁹. Allo scopo di massimizzare la resa dei protocolli di estrazione del DNA, partendo da lavori presenti in letteratura²⁰, è stata ottimizzata una pipeline *ad hoc* di estrazione basata su colonnine di silice. Il metodo è stato quindi impiegato, in parallelo con quello tradizionale basato sul fenolo cloroformio²¹, per l’estrazione del DNA dai campioni di Roccapelago e la loro efficacia è stata valutata tramite quantificazione del DNA mediante l’utilizzo di strumentazioni quali il fluorimetro Qubit® 2.0 (kit dsDNA High Sensitivity - Invitrogen™ Life Technologies) e la PCR

¹⁷ Cfr. nota 5.

¹⁸ ADLER *et al.* 2011, p. 956; HIGGINS, AUSTIN 2013; HIGGINS *et al.* 2013, pp. 1-2; PILLI *et al.* 2013, p. 5; GAMBA *et al.* 2014, pp. 2-3; PINHASI *et al.* 2015.

¹⁹ COOPER, POINAR 2000, p. 1139; M. KNAPP *et al.* 2015, p. 4.

²⁰ ROHLAND *et al.* 2007; DABNEY *et al.* 2013.

²¹ SHAPIRO *et al.* 2004, p. 1 (materiali supplementari); CARAMELLI 2009, p. 186.

Real-Time 7500 (Applied BioSystems) abbinata al kit Quantifiler® Trio (Invitrogen™ Life Technologies)²².

Per quanto riguarda lo studio del DNA mitocondriale, è stata amplificata la prima regione ipervariabile (*hypervariable region 1 - HVRI*) tramite l'impiego di tre coppie di primer²³. I frammenti amplificati sono stati analizzati mediante sequenziamento massivo su piattaforma Ion Torrent PGM (Life Technologies).

Per lo studio del cromosoma Y in un primo momento è stato impiegato il kit AmpFLSTR® Yfiler® PCR Amplification (Life Technologies), mentre in seguito si è passati al kit PowerPlex® Y23 System (Promega), più sensibile e adatto allo studio del DNA antico, il quale permette di analizzare simultaneamente 23 microsatelliti del cromosoma Y.

Sono stati inoltre campionati tutti i ricercatori - archeologi, antropologi e genetisti - che hanno preso parte allo studio (N=13), al fine di monitorare la presenza di eventuali contaminazioni da DNA moderno.

I campioni degli abitanti attuali di Roccapelago e dei ricercatori coinvolti nello studio sono stati tipizzati sia per la regione HVR1 del DNA mitocondriale²⁴ che attraverso il kit PowerPlex® Y23 System (Promega).

I risultati ottenuti sono stati confrontati con dei database creati appositamente per questo studio, costituiti da sequenze mitocondriali e microsatelliti (*short tandem repeats - STR*) del cromosoma Y scaricati dalle banche dati genetiche, al fine di analizzarli nel contesto della variabilità genetica della penisola italiana.

Risultati e conclusioni

Sono molteplici gli studi presenti in letteratura, svolti attraverso l'analisi del DNA mitocondriale e del cromosoma Y, che hanno dimostrato l'utilità di questo approccio in casi d'interesse archeologico o forense²⁵. In quest'ottica, nel presente lavoro sono state applicate le più aggiornate metodiche di analisi del DNA antico, sia nella fase di preparazione dei campioni e di estrazione del materiale genetico, sia nella fase di amplificazione e sequenziamento del DNA. Il progetto ha permesso innanzitutto di ottimizzare il workflow di estrazione del DNA tramite l'utilizzo di colonnine di silice che ha fornito una resa migliore, in termini di quantità e qualità di DNA estratto, rispetto al protocollo tradizionale basato sul metodo del fenolo cloroformio.

I campioni delle mummie di Roccapelago hanno mostrato un'ottima conservazione del materiale genetico antico, attribuibile, da un lato, certamente, all'epoca recente a cui risalgono i reperti e alle favorevoli condizioni microclimatiche del sito di inumazione ma, dall'altro, anche alla efficienza della metodica di estrazione specificamente messa a punto per questi campioni. Grazie alla rigorosa aderenza agli standard di ricerca volti a controllare la contaminazione da DNA esogeno, nonché al robusto design di campionamento, è stato possibile ottenere risultati verosimilmente autentici. Dal confronto dei dati genetici ottenuti dai campioni antichi con quelli dei ricercatori coinvolti nelle ricerche, si sono potute escludere contaminazioni da parte

²² HOLT *et al.* 2016.

²³ CARAMELLI *et al.* 2003.

²⁴ VIGILANT *et al.* 1989, p. 9351.

²⁵ COBLE *et al.* 2009; JURAS *et al.* 2014; VAI *et al.* 2015; DEGUILLOUX *et al.* 2014.

del DNA degli operatori coinvolti nelle varie fasi dell'indagine.

Dall'analisi dei dati ottenuti e validati è stato possibile assegnare un aplogruppo a ciascun individuo e, in seguito, calcolare le relative distanze genetiche fra la comunità di Roccapelago e le altre popolazioni inserite nel dataset di confronto, costituito da popolazioni del Nord e Centro Italia²⁶. È opportuno segnalare che per quanto riguarda il DNA mitocondriale, l'assegnazione degli aplogruppi, inferita con la sola regione HVRI, presenta limiti molto consistenti, legati principalmente alla bassa risoluzione ottenuta²⁷. Pertanto si è provveduto a convalidare l'attribuzione dell'aplogruppo con le posizioni caratterizzanti situate nella regione codificante del DNA mitocondriale. La ricerca dell'aplogruppo mitocondriale è stata effettuata tramite il software Haplogrep²⁸ e controllata manualmente con PhyloTree (built 16). Per quanto riguarda il cromosoma Y, invece, i dati riguardanti gli aplogruppi sono stati analizzati tramite database interni e tramite il tool Y-DNA haplogroup predictor (NevGen).

Le analisi delle distanze genetiche hanno evidenziato, sia per la parte matrilineare che per quella patrilineare, un isolamento della comunità di Roccapelago rispetto alle popolazioni italiane di confronto. Per quanto riguarda il cromosoma Y, all'interno della comunità di Roccapelago non si rileva uno scostamento tra la variabilità del passato e quella odierna, delineando un quadro di sostanziale stabilità e continuità genetica nell'arco cronologico indagato. Inoltre, dallo studio

degli aplotipi del cromosoma Y degli inumati e degli individui viventi, incrociati con i dati dell'archivio parrocchiale, sono state identificate linee parentali maschili che congiungono alcuni individui della comunità del passato con quelli della comunità attuale ed è stata evidenziata una maggiore affinità genetica fra la comunità di Roccapelago e le popolazioni limitrofe toscane, rispetto a quelle emiliane.

Lo studio del DNA mitocondriale, invece, ha rivelato un'apprezzabile distanza genetica tra la comunità antica e quella attuale. Quest'ultima, in particolare, mostra una certa vicinanza rispetto alle popolazioni del versante toscano, specialmente di Siena e Grosseto, a testimonianza di un flusso genetico, nel tempo, tra queste aree e Roccapelago. Sebbene risultino evidenti le differenze tra popolazione antica, isolata geneticamente, e quella moderna segnata da scambi genetici con le popolazioni del versante toscano, il numero di campioni antichi al momento tipizzati non consente di apprezzare la portata nel tempo di questo fenomeno. Inoltre, la mancanza nelle banche dati del DNA delle popolazioni della zona ferrarese non permette al momento di verificare la presenza di un flusso genico da o verso quest'area.

I dati ottenuti dall'analisi genetica sono stati poi correlati con i dati antropologici e di archivio. L'analisi diacronica dei caratteri epigenetici²⁹ condotta sugli inumati provenienti dalle diverse UUSS della cripta, rivela interessanti analogie con quanto evidenziato dal tasso di endogamia e dai coefficienti di consanguineità, calcolati a

²⁶ Dati non pubblicati del Laboratorio di Antropologia Molecolare del Dipartimento di Scienze Biologiche, Geologiche e Ambientali dell'Università di Bologna; TURCHI *et al.* 2008; FERRI *et al.* 2009; BRISIGHELLI *et al.* 2012a; BRISIGHELLI *et al.* 2012b; BOATTINI *et al.* 2013.

²⁷ KEFI *et al.* 2016, p. 6.

²⁸ WEISSENSTEINER *et al.* 2016.

²⁹ Tratti anatomici dello scheletro che ammettono una base ereditaria.

partire dai dati desunti dal registro dei matrimoni dell'archivio parrocchiale. Si rileva infatti, nel corso del tempo, da un lato, una significativa diminuzione delle frequenze dei caratteri epigenetici la cui percentuale media, nel caso di quelli del cranio, i più rappresentati e significativi, passa dal 31% (dx) e 29% (sx) negli inumati dell'US 26 (databile alla fine del XVII secolo) al 17% (dx) e 16% (sx) negli inumati dell'US 23 (databile al XVIII secolo), dall'altro lato una parallela riduzione diacronica del tasso di endogamia e del coefficiente di consanguineità (che passano rispettivamente dal 76% e da 0,00146 al 44% e a 0,00136 nei medesimi periodi). Questi dati evidenziano chiaramente una diminuzione nel tempo degli incroci interni alla comunità in seguito all'aumento dei matrimoni esogamici conseguenti ad una crescente apertura dei confini territoriali³⁰.

L'analisi dei registri parrocchiali ha inoltre permesso di identificare le principali direttrici e linee di comunicazione che servivano Roccapelago e l'Alto Frignano. Le registrazioni degli abitanti morti fuor di patria, le distanze matrimoniali e soprattutto i luoghi di provenienza dei coniugi, evidenziano due chiari corridoi che procedevano alla volta dell'alta Lucchesia, della Maremma e del Grossetano da una parte, verso l'Emilia, il Bolognese, il Ferrarese e il basso Veneto dall'altra.

I flussi umani rilevati possono essere ricondotti alle attività e agli eventi delle comunità storicamente noti, *in primis* la direzione delle linee di transumanza verso le aree di Grosseto e Siena, le quali possono essere verosimilmente state una via privilegiata anche per gli scambi genetici. Con il proseguimento delle analisi e con l'au-

mento dei campioni analizzati, si auspica di poter definire in maniera più dettagliata la storia genetica di questa comunità.

Bibliografia

- ADLER C., HAAK W., DONLON D., COOPER A. 2011, *Survival and recovery of DNA from ancient teeth and bones*, «Journal of Archaeological Science», XXXVIII, pp. 956-964.
- BIVIANO G., TRAVERSARI M., GRUPPIONI G., FRELAT M.A. 2016, *Analisi antropologiche e paleopatologiche sulle sepolture più antiche della cripta*, in BADIALI F. (a cura di), *Roccapelago e le sue mummie: studio integrato della vita di una piccola comunità dell'Appennino tra XVI e XVIII secolo*, Atti dei convegni (Roccapelago, 24 settembre 2011 e 22 settembre 2012), Accademia "Lo Scoltenna", Pievepelago, pp. 211-216.
- BOATTINI A., MARTINEZ-CRUZ B., SARNO S., HARMANT C., USELI A., SANZ P., YANG-YAO D., MANRY J., CIANI G., LUISELLI D., QUINTANA-MURCI L., COMAS D., PETTENER D., GENOGRAPHIC CONSORTIUM 2013, *Uniparental markers in Italy reveal a sex-biased genetic structure and different historical strata*, «PLoS One», VIII, e65441.
- BRISIGHELLI F., ÁLVAREZ-IGLESIAS V., FONDEVILA M., BLANCO-VEREA A., CARRACEDO A., PASCALI V., CAPELLI C., SALAS A. 2012a, *Uniparental markers of contemporary Italian population reveals details on its pre-Roman heritage*, «PLoS One», VII, :e50794.
- BRISIGHELLI F., BLANCO-VEREA A., BOSCHI I., GARAGNANI P., PASCALI V., CARRACEDO A., CAPELLI C., SALAS A. 2012b, *Patterns of Y-STR variation in Italy*, «Forensic Science International: Genetics», VI, pp. 834-839.
- CARAMELLI D. 2009, *Antropologia Molecolare, Manuale di base*, Firenze, Firenze University Press.
- CARAMELLI D., LALUEZA-FOX C., VERNESI C., LARI M., CASOLI A., MALLEGGNI F., CHIARELLI B., DUPANLOUP I., BERTRANPETIT J., BARBUJANI G., BERTORELLE G. 2003, *Evidence for a genetic discontinuity between Neandertals and 24,000-year-old anatomically modern Europeans*, «Pnas», C, pp. 6593-6597.

³⁰ Cfr. nota 5.

- COBLE M.D., LOREILLE O.M., WADHAMS M.J., EDSON S.E., MAYNARD K., MEYER C.E., NIEDERSTÄTTER H. *et al.* 2009, *Mystery Solved: The Identification of the Two Missing Romanov Children Using DNA Analysis*, «PloS One», IV, pp. 1-9.
- COOPER A., POINAR H.N. 2000, *Ancient DNA: Do It Right or Not at All*, «Science», CCLXXXIX, p. 1139.
- DABNEY J., KNAPP M., GLOCKE I., GANSAUGE M.-T., WEIHMANN A., NICKEL B., VALDIOSERA C., GARCÍA N., PÄÄBO S., ARSUAGA J.-L., MEYER M. 2013, *Complete mitochondrial genome sequence of a Middle Pleistocene cave bear reconstructed from ultrashort DNA fragments*, «Pnas», CX, pp. 15758-15763.
- DABNEY J., MEYER M., PÄÄBO S. 20013, *Ancient DNA Damage*, «Cold Spring Harbor Perspectives in Biology», V, pp. 1-7.
- DEGUILLOUX M.-F., PEMONGE M.H., MENDISCO F., THIBON D., CARTRON I., CASTEX D. 2014, *Ancient DNA and Kinship Analysis of Human Remains Deposited in Merovingian Necropolis Sarcophagi (Jau Dignac et Loirac, France, 7th–8th Century AD)*, «Journal of Archaeological Science», XLI, pp. 399-405.
- FERRI G., ALÙ M., CORRADINI B., RADHESHI E., BEDUSCHI G. 2009, *Slow and fast evolving markers typing in Modena males (North Italy)*, «Forensic Science International: Genetics», III, pp. 31-33.
- GAMBA C., JONES E.R., TEASDALE M.D., MCLAUGHLIN R.L., GONZALEZ-FORTES G., MATTIANGELI V., DOMBORÓCZKI L. *et al.* 2014, *Genome Flux and Stasis in a Five Millennium Transect of European Prehistory*, «Nature Communications», V, pp. 1-9.
- GRUPPIONI G., LABATE D., MERCURI L., MILANI V., TRAVERSARI M., VERNIA B. 2011, *Gli scavi della Chiesa di San Paolo di Roccapelago nell'Appennino modenese. La cripta con i corpi mummificati naturalmente*, «Pagani e Cristiani. Forme e attestazioni di religiosità del mondo antico in Emilia», X, pp. 219-245.
- HAGELBERG E., HOFREITER M., KEYSER C. 2015, *Introduction. Ancient DNA: The First Three Decades*, «Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences», CCCLXX, pp. 1-6.
- HIGGINS D., AUSTIN J. 2013, *Teeth as a source of DNA for forensic identification of human remains*, «Science & Justice», LIII, pp. 433-441.
- HIGGINS D., KAIDONIS J., TOWNSEND G., HUGHES T., AUSTIN J.J. 2013, *Targeted sampling of cementum for recovery of nuclear DNA from human teeth and the impact of common decontamination measures*, «Investigate Genetics», IV, pp. 1-8.
- HIGUCHI R., BOWMAN B., FREIBERGER M., RYDER O.A., WILSON A.C. 1984, *DNA Sequences from the Quagga, an Extinct Member of the Horse Family*, «Nature», CCCXII, 1984, pp. 282-284.
- HOLT A., CHAO WOOTTON S., MULERO J.J., BRZOSKA P.M., LANGIT E., GREEN R.L. 2016, *Developmental Validation of the Quantifiler? HP and Trio Kits for Human DNA Quantification in Forensic Samples*, «Forensic Science International: Genetics», XXI, pp. 145-157.
- JURAS A., DABERT M., KUSHNIAREVICH A., MALMSTRÖM H., RAGHAVAN M., KOSICKI J.Z., METSPALU E., WILLERSLEV E., PIONTEK J. 2014, *Ancient DNA Reveals Matrilineal Continuity in Present-Day Poland over the Last Two Millennia*, «PloS One», IX, pp. 1-9.
- KNAPP M., CLARKE A.C., HORSBURGH K.A., MATISOO-SMITH E.A. 2012, *Setting the Stage - Building and Working in an Ancient DNA Laboratory*, «Annals of Anatomy - Anatomischer Anzeiger», CXCIV, pp. 3-6.
- KNAPP M., LALUEZA-FOX C., HOFREITER M. 2015, *Re-Inventing Ancient Human DNA*, «Investigative Genetics», VI, pp. 1-11.
- KEFI R., HECHMI M., NAOUALI C., JMEL H., HSOUNA S., BOUZAID E., ABDELHAK S., BERAUD-COLOMB E., STEVANOVITCH A. 2016, *On the Origin of Iberomaurusians: New Data Based on Ancient Mitochondrial DNA and Phylogenetic Analysis of Afalou and Taforalt Populations*, «Mitochondrial DNA Part A», pp. 1-11.
- MOROZOVA I., FLEGONTOV P., MIKHEYEV A.S., BRUSKIN S., ASGHARIAN H., PONOMARENKO P., KLYUCHNIKOV V. *et al.* 2016, *Toward High-Resolution Population Genomics Using Archaeological Samples*, «DNA Research», XXIII, pp. 295-310.
- NIELSEN R., AKEY J.M., JAKOBSSON M., PRITCHARD J.K., TISHKOFF S., WILLERSLEV E. 2017, *Tracing the peopling of the world through genomics*, «Nature», DXLI, pp. 302-310.
- PARDUCCI L., BENNETT K.D. 2017, *The Real Significance of Ancient DNA*, «American Journal of Botany», pp. 1-3.

PILLI E., MODI A., SERPICO C., ACHILLI A., LANCIONI H., LIPPI B., BERTOLDI F., GELICHI S., LARI M., CARMELLI D. 2013, *Monitoring DNA Contamination in Handled vs. Directly Excavated Ancient Human Skeletal Remains*, «Plos One», VIII, pp. 1-6.

PINHASI R., FERNANDES D., SIRAK K., NOVAK M., CONNELL S., ALPASLAN-ROODENBERG S., GERRITSEN F. 2015, *Optimal Ancient DNA Yields from the Inner Ear Part of the Human Petrous Bone*, «PloS One», 10 (6), e0129102.

ROHLAND N., HOFREITER M. 2007, *Comparison and Optimization of Ancient DNA Extraction*, «BioTechniques», XLII, pp. 343-352.

SHAPIRO B., DRUMMOND A.J., RAMBAUT A., WILSON M.C., MATHEUS P.E., SHER A.V., PYBUS O.G. *et al.* 2004, *Rise and Fall of the Beringian Steppe Bison*, «Science», CCCVI, pp. 1561-1565.

TRAVERSARI M., MINGHETTI C., MILANI V., GRUPPIONI G., FRELAT M.A. 2016, *Gli ultimi inumati mummificati della cripta: osservazioni antropologiche preliminari*, in BADIALI F. (a cura di) *Roccapelago e le sue mummie: studio integrato della vita di una piccola comunità dell'Appennino tra XVI e XVIII secolo*, Atti dei convegni (Roccapelago, 24 settembre 2011 e 22 settembre 2012), Accademia "Lo Scoltenna", Pievepelago, pp. 217-224.

TURCHI C., BUSCEMI L., PREVIDERÈ C., GRIGNANI P., BRANDSTÄTTER A., ACHILLI A., PARSON W., TAGLIABRACCI A., GE.F.I. GROUP 2008, *Italian mitochondrial DNA database: results of a collaborative exercise and proficiency testing*, «International Journal of Legal Medicine», CXXII, pp. 199-204.

VAI S., GHIROTTI S., PILLI E., TASSI F., LARI M., RIZZI E., MATAS-LALUEZA L. *et al.* 2015, *Genealogical Relationships between Early Medieval and Modern Inhabitants of Piedmont*, «PloS One», X, pp. 1-19.

VIGILANT L., PENNINGTON R., HARPENDING H., KOCHER T.D., WILSON A.C. 1989, *Mitochondrial DNA Sequences in Single Hairs from a Southern African Population*, «Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America», LXXXVI, pp. 9350-9354.

WEISSENSTEINER H., PACHER D., KLOSS-BRANDSTÄTTER A., FORER L., SPECHT G., BANDELT H.-J., KRONENBERG F., SALAS A., SCHÖNHERR S. 2016, *HaploGrep 2: Mitochondrial Haplogroup Classification in the Era of High-Throughput Sequencing*, «Nucleic Acids Research», XLIV, pp. 58-63.

Federico Lugli*

Dieta e pratiche di foraggiamento a Roccapelago: analisi degli isotopi stabili e degli elementi in traccia

Introduzione

La ricostruzione della dieta di una popolazione antica si rivela strumento cruciale per la comprensione delle dinamiche sociali e degli stili di vita della comunità stessa. Per questo motivo, negli ultimi anni, le analisi paleonutrizionali si sono inserite prepotentemente nell'antropologia, accanto agli studi genetici, osteologici e paleopatologici¹. In questo contesto multidisciplinare, la scoperta nel 2011 di centinaia di corpi scheletrizzati o parzialmente mummificati dentro la cripta della Chiesa della Conversione di San Paolo a Roccapelago (Pievepelago, Modena) ha reso possibile l'applicazione di svariate metodologie ad un singolo contesto di studio di prima Età Moderna (XVI-XVIII sec.)². Particolare interesse per quanto riguarda lo studio della dieta risiede anche nella datazione del sito stesso: tra la fine del XVI secolo e gli inizi del XVII viene infatti introdotto in Emilia-Romagna un cereale che sostituirà rapidamente le altre coltivazioni locali, ossia il mais (*Zea mays*). Pare che, almeno in un primo momento, il mais fosse utilizzato sia per l'alimentazione umana, in particolare nelle piccole comunità sotto forma di pane e

polenta, che per l'alimentazione animale, sotto forma di mangimi ricavati dagli scarti della lavorazione³. Grazie all'analisi della composizione elementare ed isotopica dell'osso è stato quindi possibile ricostruire la dieta di alcuni individui di Roccapelago e comprendere i possibili utilizzi del mais all'interno della comunità.

Elementi in traccia

Gli elementi in traccia sono elementi la cui concentrazione nel corpo umano è estremamente bassa, inferiore allo 0.01% della massa corporea totale. La loro abbondanza in una soluzione è generalmente misurata in ppm, ossia parti per milione. Nello scheletro, gli unici elementi in grado di dare informazioni riguardo alle abitudini alimentari del passato sono stronzio (Sr) e bario (Ba)⁴. Entrambi entrano nel corpo umano tramite la dieta e tendono a sostituire il calcio nella struttura chimica dell'idrossiapatite ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$), poiché hanno proprietà chimico-fisiche simili al calcio stesso. Nonostante ciò, il Ca viene preferenzialmente assimilato durante i processi biologici rispetto a Sr e Ba, causando una progressiva diminuzione del rap-

* Dipartimento di Scienze Chimiche e Geologiche, Università di Modena e Reggio Emilia.

¹ REYNARD, BALTER 2014.

² GRUPPIONI *et al.* 2011.

³ CAZZOLA 1991.

⁴ REYNARD, BALTER 2014, pp. 4-16.

porto Sr/Ca e Ba/Ca mano a mano che si risale la catena alimentare⁵. Di conseguenza, analizzando la composizione chimica dell'osso è possibile determinare la posizione dell'individuo nella catena alimentare. Inoltre, nel caso di diete diversificate, questi due indici possono indicare quale fosse la fonte primaria di Ca dell'individuo (es. alimenti ad alto contenuto di calcio, come il latte).

Isotopi stabili

Vengono definiti *isotopi* due diverse forme che può assumere un elemento in relazione al numero di neutroni presenti nel nucleo. Vengono normalmente categorizzati in due differenti gruppi: *isotopi stabili*, la cui abbondanza in un sistema varia a causa di processi chimico-fisici ma la cui

struttura atomica rimane inalterata, e *isotopi instabili o radioattivi*, la cui struttura atomica varia nel tempo fino a raggiungere una configurazione stabile. Il processo dietro la variazione di abbondanza degli isotopi stabili viene definito *frazionamento isotopico* ed è comunemente dovuto al diverso comportamento chimico-fisico di due isotopi a causa della loro differente massa. In genere, per esprimere tali variazioni, due isotopi vengono rappresentati come rapporto fra il più pesante (generalmente più raro) e il più leggero e riferiti ad uno standard internazionale dalla composizione isotopica conosciuta.

Nello studio della paleodieta, la composizione isotopica del collagene (i.e. frazione organica dell'osso) viene determinata al fine di ricavare informazioni sulla posizione trofica dell'individuo e sulle diverse proteine assunte. I rapporti

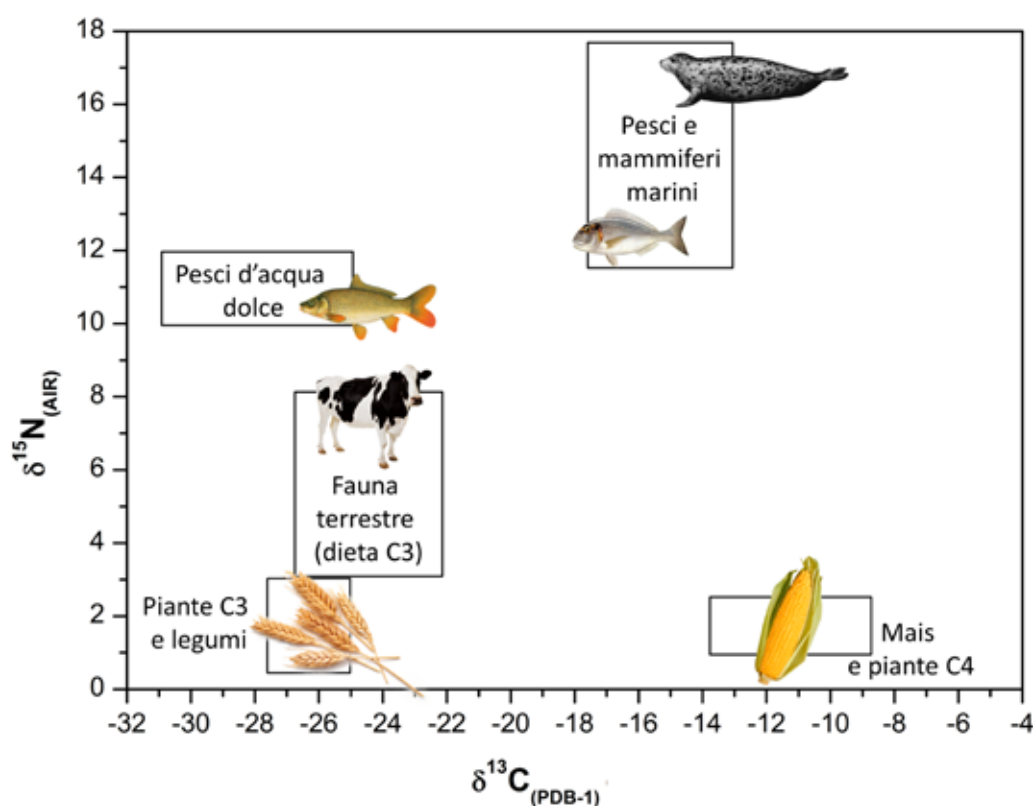


Fig. 1 $\delta^{15}\text{N}$ vs. $\delta^{13}\text{C}$. Esempio di rete trofica della Costa del Golfo. Modificato da TYKOT 2006.

⁵ LUGLI *et al.* 2017.

isotopici più utilizzati sono quelli di carbonio ($^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$) e azoto ($^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$), espressi in notazione δ ($\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB-1}}$ e $\delta^{15}\text{N}_{\text{AIR}}$) come ‰ rispetto al relativo standard. Mentre il $\delta^{13}\text{C}$ permette di discriminare la presenza nella dieta di piante C_3 (come grano, riso, patate e orzo) rispetto a piante C_4 (come mais, sorgo e miglio), il $\delta^{15}\text{N}$ rappresenta invece la quantità di proteine assunte (Fig. 1). Generalmente, i due indici vengono riportati in un piano cartesiano con il carbonio in ascissa e l'azoto in ordinata⁶.

Materiali e metodi

Un totale di 16 campioni ossei è stato recuperato da diverse porzioni anatomiche di 11 individui. Ogni campione è stato poi suddiviso in due porzioni: una destinata all'analisi degli isotopi stabili e una all'analisi degli elementi in traccia. Per tutti quegli inumati rappresentati da più di un campione sono state calcolate medie individuali per ogni variabile. Le abbondanze isotopiche di carbonio e azoto del collagene sono state determinate con uno spettrometro Carlo Erba EA1110 CHN presso il Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Parma. L'analisi degli elementi in traccia è stata effettuata tramite uno spettrometro di massa al plasma (ICP-MS) accoppiato ad un sistema di ablazione laser (LA) presso il Centro Interdipartimentale Grandi Strumenti dell'Università di Modena e Reggio Emilia. Le procedure analitiche sono riportate nell'articolo di LUGLI *et al.* (2017)⁷.

Risultati e discussione

Per quanto concerne gli elementi in traccia, il rapporto Sr/Ca ($\mu\text{g mg}^{-1}$) varia da 0.44 a 0.79; mentre il rapporto Ba/Ca ($\mu\text{g mg}^{-1}$) varia da 0.004 a 0.065. Per quanto riguarda invece gli isotopi stabili, il $\delta^{13}\text{C}$ varia individualmente da -19.5 a -12.2‰; mentre il $\delta^{15}\text{N}$ da 5.5 a 9.5‰. Sia isotopi stabili che elementi in traccia indicano una grande variabilità inter-individuale nella dieta. In particolare, il $\delta^{13}\text{C}$ suggerisce la presenza di almeno due diverse fonti alimentari nella dieta di Roccapelago: una con $\delta^{13}\text{C}$ più negativo (nel range delle piante C_3) e una con $\delta^{13}\text{C}$ più positivo (nel range delle piante C_4)⁸. Allo stesso modo, il $\delta^{15}\text{N}$ indica una forte variabilità delle proteine assunte, con una differenza pari ad uno step trofico (c.a. 4‰) fra l'individuo con più basso $\delta^{15}\text{N}$ (5.5‰) e l'individuo con più alto $\delta^{15}\text{N}$ (9.5‰)⁹. La forte correlazione che si può osservare fra $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$ ($r^2 = 0.89$; $p < 0.01$) suggerisce che le due fonti proteiche, provenienti da livelli trofici diversi, sono anche caratterizzate da una differenza nella proporzione di C_3/C_4 (Fig. 2). Nello specifico, la fonte con più alto $\delta^{15}\text{N}$ mostra anche la più elevata presenza di proteine C_4 . Il concordante arricchimento di ambedue gli indici suggerisce quindi che gli animali fossero nutriti con un mix di piante C_3 e C_4 , poi utilizzati come fonte proteica. Non è da escludere anche l'utilizzo diretto di piante C_4 nell'alimentazione umana. Anche Sr/Ca e Ba/Ca mostrano la presenza di diverse fonti proteiche, in particolare gli individui con più basso Sr/Ca, gli stessi che presentano alto $\delta^{15}\text{N}$, consumavano probabil-

⁶ LUGLI *et al.* 2017.

⁷ LUGLI *et al.* 2017.

⁸ IACUMIN *et al.* 2014; TYKOT 2006.

⁹ FORNACIARI 2008.

mente alimenti ad alto contenuto di calcio (es. latte e prodotti caseari) come fonte proteica principale (Fig. 3). Al contrario, gli individui con alto Sr/Ca e basso $\delta^{15}\text{N}$ seguivano una dieta fortemente vegetariana (piante C_3) con sporadiche assunzioni di prodotti animali. Tale variabilità alimentare era probabilmente dovuta alle diverse disponibilità entro i nuclei famigliari, dove l'alimentazione era basata su ciò che si possedeva. Individuare la specifica pianta C_4 responsabile del segnale osservato nel $\delta^{13}\text{C}$ risulta impossibile dalla sola analisi degli isotopi stabili. In questo senso, lo studio delle fonti documentarie e di altre evidenze (i.e. paleobotanica) diviene fondamentale nella comprensione del quadro generale. Come riportato in precedenza, il mais è stato introdotto in Emilia-Romagna fra il XVI e il XVII secolo. Questo cereale ha rapidamente sostituito tutte le altre coltivazioni ed era utilizzato sia nella alimentazione animale che umana. In particolare, PARMENTIER (1791) riporta che le vacche nutrite a mais producevano più latte rispetto alle altre¹⁰. Inoltre, YOUNG (1792) categorizza le fattorie in "buone" o "cattive" rispetto alla presenza o meno del mais come foraggiamento¹¹. Risulta quindi chiaro come il mais rivestisse una posizione centrale come foraggio e nell'alimentazione umana. Le evidenze paleobotaniche hanno inoltre mostrato la presenza di pollini di mais nel sito, indicatori della possibi-

le presenza della pianta stessa entro la comunità di Roccapelago¹².

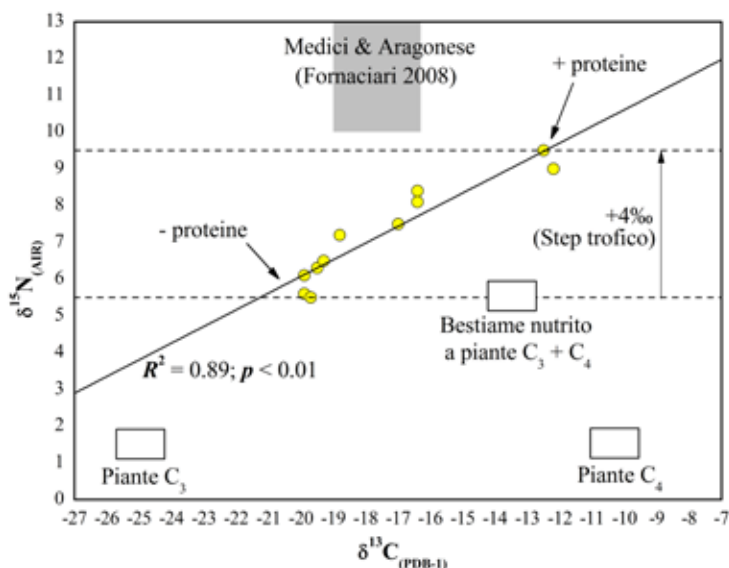


Fig. 2 $\delta^{15}\text{N}$ vs. $\delta^{13}\text{C}$ degli inumati di Roccapelago. I valori di piante C_3 e C_4 sono da IACUMIN et al. 2014. L'area grigia rappresenta due famiglie nobili (Medici e Aragonese; FORNACIARI 2008), la cui dieta altamente proteica era a base di carne e prodotti marini.

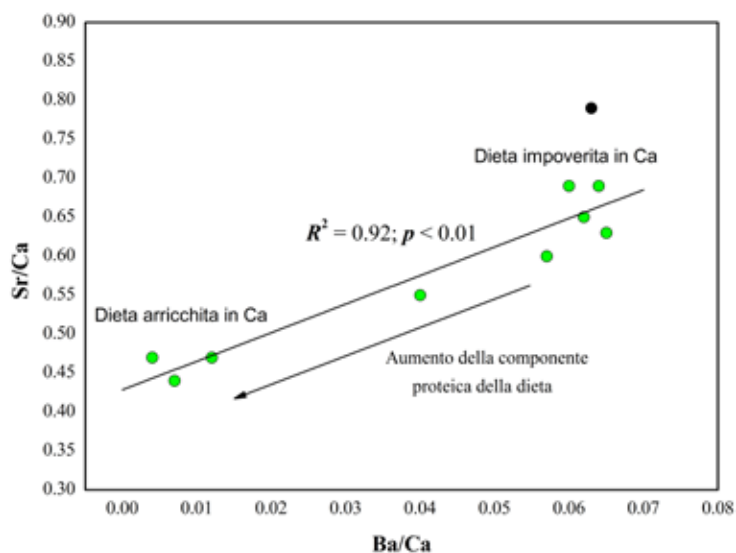


Fig. 3 Sr/Ca vs. Ba/Ca degli inumati di Roccapelago. Il simbolo nero rappresenta un unico outlier non considerato nella regressione.

¹⁰ PARMENTIER 1791.

¹¹ YOUNG 1792.

¹² LUGLI et al. 2017.

Conclusioni

- Le analisi degli isotopi stabili e degli elementi in traccia hanno rivelato una grande variabilità nella dieta degli antichi abitanti di Roccapelago, probabilmente correlata alle disponibilità alimentari del singolo.
- Le piante C₄ erano probabilmente usate principalmente come fonte alimentare per il bestiame. Non è possibile comprendere la quantità di piante C₄ impiegate come fonte diretta per l'alimentazione animale.
- La dieta degli individui che consumavano una porzione minore di proteine era caratterizzata dall'assunzione di piante C₃.
- La dieta degli individui che consumavano una porzione maggiore di proteine era caratterizzata dalla probabile assunzione di latte e formaggi, derivanti da bestiame nutrito con foraggi a base di piante C₃ e C₄.
- Dalle sole analisi chimiche non è possibile comprendere se il mais fosse la pianta C₄ più sfruttata. Vengono in aiuto le fonti documentarie e paleobotaniche che ne suggeriscono la presenza, a quell'epoca, a Roccapelago.

GRUPPIONI G., LABATE D., MERCURI L., MILANI V., TRAVERSARI M., VERNIA B. 2011, *Gli scavi della Chiesa di San Paolo di Roccapelago nell'Appennino Modenese: la cripta con i corpi mummificati naturalmente*, «Pagani e Cristiani: forme e attestazioni di religiosità del mondo antico in Emilia», 10, pp. 219-248.

IACUMIN P., GALLI E., CAVALLI F., CECERE L. 2014, *C4-consumers in southern Europe: the case of Friuli V.G. (NE-Italy) during early and central, Middle Ages*, «American Journal of Physical Anthropology», 154, pp. 561-74.

LUGLI F., BRUNELLI D., CIPRIANI A., BOSI G., TRAVERSARI M., GRUPPIONI G. 2017, *C4-Plant Foraging in Northern Italy: Stable Isotopes, Sr/Ca and Ba/Ca Data of Human Osteological Samples from Roccapelago (16th–18th Centuries AD)*, «Archaeometry», 59, pp. 1119-1134.

PARMENTIER A.A. 1791, *Le maïs ou le blé de Turquie apprécié sous tous ses rapports*, Parigi, Imprimerie Impériale.

REYNARD B., BALTER V. 2014, *Trace elements and their isotopes in bones and teeth: Diet, environments, diagenesis, and dating of archeological and paleontological samples*, «Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology», 416, pp. 4-16.

TYKOT R.H. 2006, *Isotope analyses and the histories of maize*, in STALLER J.E., TYKOT R.H., BENZ B.F. (Eds.), *Histories of maize*, Amsterdam, Elsevier Academic Press, pp. 131-142.

YOUNG A. 1792, *Travels in France*, Londra, W. Richardson.

Bibliografia

CAZZOLA F. 1991, *L'introduzione del mais in Italia e la sua utilizzazione alimentare (sec. XVI–XVIII)*, in FOURNIER S., SIGAUT F. (a cura di), *La préparation alimentaire des céréales*, Ravello, Centro Universitario Europeo per i Beni Culturali PACT, pp. 109-127.

FORNACIARI G. 2008, *Food and disease at the Renaissance courts of Naples and Florence: a paleonutritional study*, «Appetite», 51, pp. 10-14.

Elisabetta Cilli*, Donata Luiselli***, Mirko Traversari*, Andrea Quagliariello**,
Federico Lugli***, Patrizia Serventi***, Maria Francesca Viola**, Lorenzo Pavarini****,
Sara De Fanti**, Anna Cipriani***, Carlotta De Filippo****, Giorgio Gruppioni*

Variabilità del microbiota e dieta nelle mummie di Roccapelago

Introduzione

Le mummie di Roccapelago (MO) rappresentano un eccezionale ritrovamento archeologico, sia perché costituiscono un raro esempio di preservazione naturale dei membri di un'intera comunità montana di umile estrazione, vissuti in un arco temporale di circa due secoli, sia a motivo dell'eccezionale stato di conservazione degli inumati¹. Lo scavo archeologico nella cripta della Chiesa della Conversione di S. Paolo Apostolo a Roccapelago ha infatti permesso di recuperare i resti di oltre 400 individui, di cui circa 60 almeno parzialmente mummificati. La datazione dei reperti, effettuata sulla base della cultura materiale e dei registri parrocchiali, è stata circoscritta ad un arco temporale compreso tra la fine del XVI e la fine del XVIII secolo². Il processo di mummificazione che ha interessato una parte degli inumati è da attribuire plausibilmente alle peculiari condizioni microclimatiche della cripta, caratterizzate dall'aria secca e dalla particolare ventilazione, assicurata da due

piccole finestre aperte sulla vallata³. Le analisi preliminari sullo stato di conservazione dei tessuti molli mummificati, condotte mediante Spettroscopia Infrarossa in Trasformata di Fourier (FTIR) e Microscopia Elettronica a Scansione (SEM), hanno evidenziato, in generale, una buona conservazione delle strutture anatomiche e parziali alterazioni dei tessuti, preservati dalle condizioni chimico-fisiche dell'ambiente di deposizione⁴. Le analisi antropologiche e paleopatologiche eseguite sui medesimi reperti hanno rivelato aspetti interessanti relativi alle caratteristiche fisiche e alle condizioni di vita e di salute dell'antica popolazione di Roccapelago, tra cui la notevole longevità di numerosi suoi membri, nonché il parziale isolamento geografico che ha caratterizzato la storia di questa comunità⁵. Le peculiari condizioni di conservazione di una parte delle mummie di Roccapelago hanno permesso di effettuare l'analisi molecolare del microbiota umano, cioè delle comunità di microrganismi presenti in diversi tessuti di alcuni individui vissuti tra il XVI e il XVIII secolo.

* Dipartimento di Beni Culturali, Laboratorio del DNA antico (aDNA Lab), Università di Bologna, Campus di Ravenna.

** Laboratorio di Antropologia Molecolare e Centre for Genome Biology, Dipartimento di Scienze Biologiche, Geologiche e Ambientali, Università di Bologna, Bologna, Italia.

*** Dipartimento di Scienze Chimiche e Geologiche, Università di Modena e Reggio Emilia.

**** Istituto di Biologia e Biotecnologia Agraria, CNR, Pisa.

1 GRUPPIONI *et al.* 2011.

2 BIVIANO *et al.* 2016; TRAVERSARI *et al.* 2016.

3 Vedi nota 1.

4 BRIDELLI *et al.* 2016.

5 CILLI *et al.* 2015.

Il corpo umano è costituito infatti dalle proprie cellule somatiche, il cui numero è stato stimato intorno a $3,7 \times 10^{13}$ cellule⁶, ma ospita anche sulla superficie cutanea, nel tubo digerente e in altri organi una grande varietà di cellule microbiche che costituiscono nell'insieme il cosiddetto microbiota umano. Fino a qualche tempo fa si stimava che il rapporto tra cellule microbiche e cellule umane fosse di 10:1 o addirittura di 100:1, ma, secondo una ricerca recente, si è calcolato che esso sia approssimativamente di 1:1⁷. Il termine microbiota è stato introdotto per la prima volta nel 2001⁸ per indicare l'insieme dei microrganismi presenti in un determinato ambiente, come appunto il corpo umano⁹, dove essi vivono in stretto e mutualistico rapporto. I microrganismi che costituiscono il microbiota umano, sono dotati di un'immensa diversità genetica e interagiscono direttamente con il metabolismo e le funzioni biologiche dell'uomo con profonde implicazioni per la salute e per lo sviluppo delle malattie¹⁰. In particolare il microbiota svolge un ruolo cruciale nella biologia umana, avendo funzioni chiave nella digestione, nello sviluppo e nell'immunità, con ripercussioni anche sul comportamento e sull'umore, oltre che in una serie di malattie acute e croniche¹¹.

Nel corso dell'evoluzione umana, le differenze nei tipi di risorse alimentari disponibili, insieme ai cambiamenti nelle pratiche culturali, in particolare conseguenti all'introduzione dell'agricol-

tura, hanno comportato variazioni nella dieta nel tempo e fra le diverse popolazioni umane, a cui si sono aggiunti, in tempi più recenti, gli effetti dovuti all'industrializzazione, all'introduzione di pratiche di sanificazione e all'uso di farmaci, in particolare degli antibiotici¹². A questo riguardo, recentemente, è stato ipotizzato che la microflora intestinale negli uomini delle società industrializzate non si trovi in condizioni di equilibrio ecologico (disbiosi) e si è anche postulata una possibile relazione tra la composizione della microflora intestinale e l'elevata incidenza delle cosiddette malattie della civiltà (es. diabete, allergie, obesità, asma, malattie infiammatorie intestinali e cancro del colon-retto)¹³. Tuttavia si sa ancora molto poco sul cosiddetto microbiota intestinale ancestrale, cioè quello di individui vissuti nel passato più o meno remoto, su come si è modificata la sua composizione nel tempo e sul processo di co-evoluzione che esso ha avuto con l'ospite. Per poter rispondere a questi interrogativi, risulta di fondamentale importanza, da un lato, lo studio del microbiota intestinale nelle popolazioni moderne che vivono in ambienti rurali non industrializzati¹⁴ o che praticano regimi alimentari basati sulla caccia-raccolta (ad esempio il popolo Hazda della Tanzania¹⁵), e dall'altro, l'esame del microbiota in popolazioni del passato, mediante l'analisi del DNA antico (aDNA), che fornisce un'opportunità unica per

⁶ BIANCONI *et al.* 2013.

⁷ SENDER *et al.* 2016.

⁸ LEDERBERG, MCCRAY 2001.

⁹ MARCHESI, RAVEL 2015.

¹⁰ QIN *et al.* 2010; LI *et al.* 2014.

¹¹ WANG *et al.* 2017.

¹² CORDAIN *et al.* 2005.

¹³ CARDING *et al.* 2015.

¹⁴ DE FILIPPO *et al.* 2010.

¹⁵ SCHNORR *et al.* 2014.

far luce sulla sua composizione ancestrale e per ricostruirne i processi co-evolutivi.

Fino ad ora è stata dimostrata la possibilità di ricostruire il microbiota intestinale di individui appartenenti a popolazioni del passato a partire dall'esame dei coproliti¹⁶, mentre l'analisi del microbiota da tessuti intestinali mummificati ha prodotto risultati incerti e limitati¹⁷. Infatti negli studi pubblicati, la maggior parte (68,3%-96,2%) delle sequenze di DNA recuperate da tessuti intestinali antichi, sono risultate attribuibili a specie batteriche del genere *Clostridium*, a causa della contaminazione da parte del suolo, dei processi di decomposizione o della diversa persistenza nel tempo del DNA dei differenti batteri¹⁸.

Nel presente lavoro vengono presentati i risultati preliminari dell'analisi del microbiota condotta su campioni di tessuto intestinale prelevati da 10 mummie, fra le meglio conservate, provenienti da Roccapelago. L'analisi del DNA è stata eseguita tramite sequenziamento massivo della regione V3 del gene 16S rRNA e ha avuto lo scopo di fornire un contributo alla ricostruzione del microbiota intestinale ancestrale prima dell'introduzione degli antibiotici e della dieta moderna. Per i necessari confronti, nei medesimi individui è stata ricostruita la paleodietà mediante l'analisi nel tessuto osseo degli isotopi stabili del carbonio e dell'azoto ($\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$)¹⁹.

Più specificamente, gli obiettivi del presente studio sono stati: 1) testare la possibilità di recuperare dati sulla composizione del microbiota intestinale da campioni mummificati; 2) *set up* di un protocollo mirato di analisi (estrazione del DNA antico, amplificazione di una regione del gene

16S rRNA e sequenziamento NGS (*Next Generation Sequencing*); 3) screening del microbiota intestinale in un campione di individui della comunità antica di Roccapelago; 4) evidenziare la possibile correlazione fra la composizione del microbiota intestinale e la dieta, dedotta dall'analisi degli isotopi.

Per consentire i necessari confronti, volti a monitorare sia il livello dei processi di decomposizione dei tessuti stessi, sia l'effetto della contaminazione da parte dell'ambiente circostante, è stato eseguito in parallelo anche l'esame del microbiota presente nel tessuto muscolare e cutaneo, nonché quello presente su frammenti di vestiti e su campioni di terreno repertati nella cripta.

Poiché l'analisi e la elaborazione dei dati ottenuti sono ancora in corso, vengono qui presentati i risultati parziali e preliminari finora conseguiti.

Materiali e metodi

Il design del campionamento è stato predisposto in modo da includere, oltre ai campioni intestinali, anche altri tipi di tessuti umani, nonché frammenti di vestiti e campioni di terreno repertati nella cripta. In totale sono stati prelevati ed analizzati 10 campioni di tessuto intestinale, 10 di pelle e 10 di muscolo prelevati da ciascuna delle mummie, nonché 2 frammenti tessili provenienti dal vestiario delle stesse mummie e 2 campioni di suolo prelevati dalla cripta. Inoltre, per l'analisi della paleodietà, sono stati raccolti 10 campioni di tessuto osseo compatto prelevati dalle diafisi femorali dei medesimi inumati.

¹⁶ TITO *et al.* 2008, 2012; SANTIAGO-RODRIGUEZ *et al.* 2013, 2015; APPELT *et al.* 2014; CANO *et al.* 2014.

¹⁷ UBALDI *et al.* 1998; ROLLO, MAROTA 1999; ROLLO *et al.* 2000, 2006; CANO *et al.* 2000; SANTIAGO-RODRIGUEZ *et al.* 2015.

¹⁸ WILLERSLEV *et al.* 2004.

¹⁹ SCHWARCZ, SCHOENINGER 2012.

L'analisi del DNA in reperti antichi presenta problematiche connesse principalmente con lo stato di conservazione del materiale genetico che consistono, in particolare, nella degradazione e nella ridotta concentrazione di DNA endogeno e nella possibile contaminazione da DNA esogeno²⁰. Per questi motivi le analisi devono essere eseguite in laboratori appositamente attrezzati ed esclusivamente dedicati alla manipolazione di DNA degradato secondo rigorose procedure all'uopo stabilite. Le prime fasi di analisi dei tessuti intestinali prelevati dalle mummie, che consistono nella decontaminazione e preparazione dei campioni, nell'estrazione del DNA e nella preparazione delle reazioni di amplificazione, sono state effettuate presso il Laboratorio del DNA antico del Dipartimento di Beni Culturali dell'Università di Bologna (Campus di Ravenna), nelle aree di lavoro esclusivamente dedicate all'analisi del DNA antico (*clean-lab*) e in condizioni di elevata sterilità, secondo i rigorosi standard previsti in questo settore di ricerca²¹. I ricercatori che operano in questi laboratori indossano apposite tute con copricapo, sovramaniche, stivali, guanti, mascherina e visiera, al fine di evitare contaminazioni da DNA moderno. In ogni fase di lavoro vengono utilizzati materiali sterili, reagenti DNA-free, puntali con filtro ed inoltre il piano di lavoro e gli strumenti vengono regolarmente sterilizzati. Vengono inoltre analizzati in parallelo controlli negativi (provette che contengono solo i reagenti utilizzati nelle varie fasi di analisi, ma non i materiali biologici o il DNA) sia nelle

fasi di estrazione che di amplificazione, al fine di monitorare eventuali contaminazioni.

I campioni sono stati decontaminati tramite l'esposizione a raggi UVC e l'estrazione del DNA è stata effettuata tramite specifiche colonnine con membrana di silice che permette di legare gli acidi nucleici alla propria matrice, utilizzando un protocollo ottimizzato per questa particolare applicazione, partendo da un metodo pubblicato in letteratura²².

Le reazioni di amplificazione del DNA (*polimerase chain reaction* o PCR) sono state effettuate in triplicato, in un laboratorio post-PCR, localizzato lontano dalla zona del clean-lab, al fine di evitare contaminazioni. Il sequenziamento dei prodotti dell'amplificazione è avvenuto su piattaforma 454 Life Sciences Genome Sequencer FLX instrument (Roche).

Le reads ottenute dal sequenziamento sono state processate attraverso la pipeline MICCA²³. Le analisi sono state effettuate tramite software, algoritmi e pacchetti dedicati (es. R, PICRUST, LefSe)²⁴.

Ai fini della ricostruzione della paleodieta sono stati analizzati gli isotopi stabili del carbonio e dell'azoto ($\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$) su campioni di osso compatto (150-200 mg) prelevati dai resti scheletrici. L'analisi è stata effettuata sulla porzione organica dell'osso (collagene) dopo aver separato quest'ultima dalla frazione minerale del reperto osteologico. L'estrazione del collagene è stata eseguita secondo le metodiche standardizzate in uso per questo tipo di ricerca²⁵. I campioni sono stati quindi analizzati tramite un analizzatore

²⁰ DABNEY *et al.* 2013.

²¹ COOPER, POINAR 2000; FULTON 2012; KNAPP *et al.* 2011, 2015.

²² DABNEY *et al.* 2013.

²³ ALBANESE *et al.* 2015.

²⁴ R CORE TEAM 2013; LANGILLE *et al.* 2013; SEGATA *et al.* 2011.

²⁵ LUGLI *et al.* 2017.

elementale (Carlo Erba EA1110 CHN) accoppiato ad uno spettrometro di massa Finnigan Delta S, presso il laboratorio di Geochimica Isotopica dell'Università di Parma²⁶.

Risultati

È stato possibile estrarre e amplificare DNA da tutti i campioni esaminati e i controlli di estrazione e di amplificazione sono risultati negativi in tutte le fasi di analisi, confermando l'elevato livello di sterilità dei locali, delle procedure e dei reagenti utilizzati. Il sequenziamento ha prodotto una elevata quantità di sequenze per campione (in media 24.643 reads), mentre i due controlli di estrazione hanno fornito un risultato, in numero di reads, praticamente trascurabile (N=28 e N=617).

L'analisi della composizione del microbiota nelle varie tipologie di campioni analizzati ha dimostrato come i Firmicutes siano il phylum di microrganismi più rappresentato in tutti i tessuti, seguiti da Actinobacteria, Bacteroidetes e Proteobacteria per i quali si registrano percentuali diverse nelle varie tipologie di campioni. Le differenze tra i vari tessuti sono evidenti soprattutto a livello di famiglia.

Dall'analisi della diversità e abbondanza relativa dei vari taxa, si apprezzano differenze significative tra le varie tipologie di campioni analizzati, in particolare tra i campioni di intestino e di suolo. Gli indici di biodiversità rivelano un'alta variabilità per ciascun gruppo. Il suolo è il campione con una maggiore biodiversità, mentre il tessuto intestinale è, tra quelli umani, quello che presenta la più alta variabilità, al contrario della pelle che presenta la variabilità minore.

Al fine di indagare con maggior dettaglio le differenze tra questi gruppi, sono state identificate specifiche Unità Tassonomiche Operative (OTU) caratteristiche di ciascun gruppo a vari livelli tassonomici. Confrontando ad esempio tutti i tessuti umani rispetto al suolo, si individuano due famiglie microbiche che li distinguono, costituite da Staphylococcaceae (in particolare i generi *Salinicoccus* e *Jeotgalicoccus*) e la famiglia delle Alcanivoracaceae (in particolare il genere *Alvanivorax*).

Tra i campioni di microbiota intestinale è inoltre possibile osservare una chiara discrepanza nel rapporto Firmicutes/Bacteroidetes. A questo riguardo, in svariati studi incentrati sul microbiota²⁷ questo rapporto è solitamente utilizzato a causa delle forti implicazioni che l'abbondanza relativa di questi due phyla ha con la dieta e le condizioni di salute. In particolare, quattro campioni sono caratterizzati da una elevata presenza di Bacteroidetes (GM 1, GM 2, GM 4, GM 5), mentre gli altri mostrano una alta presenza di Firmicutes.

L'analisi della paleodieta ha evidenziato che gli individui analizzati si differenziano tra loro per un diverso apporto di proteine nella dieta e per un diverso apporto di alimenti provenienti direttamente o indirettamente da piante C3 e C4. In particolare, gli individui GM1 e GM9 presentano una dieta con maggior apporto proteico, gli individui GM2, GM6, GM7, GM8, GM10 e GM11 si posizionano in una situazione intermedia, mentre gli individui GM4 e GM5 presentano un basso *intake* proteico. A questo riguardo sono in corso analisi approfondite volte alla interpretazione delle complesse relazioni tra la composizione del microbiota intestinale e la

²⁶ IACUMIN *et al.* 2014.

²⁷ MARIAT *et al.* 2009; VOREADES *et al.* 2014.

paleodieta che saranno oggetto di una prossima pubblicazione scientifica.

Discussione e conclusioni

La presente ricerca sulla composizione del microbiota nelle mummie di Roccapelago ha portato, innanzitutto, alla messa a punto di un protocollo di analisi del microbiota da tessuti mummificati antichi, consentendo di ottenere dati realisticamente in linea con la composizione del microbiota nei tessuti omologhi di individui viventi.

Sono emerse significative differenze nei vari tessuti analizzati in termini di abbondanza relativa di batteri ed inoltre non sono state rilevate contaminazioni da parte del suolo o dei microrganismi che intervengono nei processi di decomposizione del cadavere (“thanatomiocrobiota”).

La ricostruzione della paleodieta, effettuata mediante l’analisi degli isotopi stabili del carbonio e dell’azoto, depone per una dieta diversificata, con un differente riscontro nei *pathways* metabolici individuati, tuttavia sarà necessaria una indagine più approfondita per meglio correlare i dati della paleodieta con la composizione del microbiota.

Ai fini di questo tipo di studi, tra i primi finora condotti, le mummie di Roccapelago hanno costituito un campione unico e peculiare che, grazie soprattutto alle condizioni di preservazione, ha permesso di ritrovare e analizzare la composizione di un microbiota intestinale ancestrale, presente negli individui prima dell’introduzione delle terapie farmacologiche e della dieta delle società occidentali moderne.

Bibliografia

ALBANESE A., FONTANA F., DE FILIPPO C., CAVALIERI D., DONATI C. 2015, *MICCA: a complete and accurate software for taxonomic profiling of metagenomic data*, «Sci Rep.», 5, 9743.

APPELT S., ARMOUGOM F., LE BAILLY M., ROBERT C., DRANCOURT M. 2014, *Polyphasic analysis of a middle ages coprolite microbiota, Belgium*, «PLoS One», 9 (2), e88376.

BIANCONI E., PIOVESAN A., FACCHIN A., BERAUDI A., CASADEI R., FRABETTI F., VITALE L., PELLER M.C., TASSANI S., PIVA F., PEREZ-AMODIO S., STRIPPOLI P., CANAI-DER S. 2013, *An estimation of the number of cells in the human body*, «Ann Hum Biol.», 40, pp. 463-71.

BIVIANO G., TRAVERSARI M., GRUPPIONI G., FRELAT M.A. 2016, *Analisi antropologiche e paleopatologiche sulle sepolture più antiche della cripta*, in BADIALI F. (a cura di), *Roccapelago e le sue mummie. Studio integrato della vita di una piccola comunità dell’Appennino tra XVI e XVIII secolo*, Atti dei Convegni di Studi (Roccapelago 24 settembre 2011 e 22 settembre 2012), Accademia “Lo Scoltenna”, Pievepelago, pp. 211-216.

BRIDELLI M.G., STANI C., EROKHIN V., TRAVERSARI M., CILLI E. 2016, *Tissue preservation of 16-18th century mummies of Roccapelago (Modena, Italy): a SEM and FTIR study*, in *12th Biennial IRUG Conference (Infrared and Raman Group)*, Book of Abstracts, pp. 80-81.

CANO R.J., TIEFENBRUNNER F., UBALDI M., DEL CUETO C., LUCIANI S., COX T., ORKAND P., KUNZEL K.H., ROLLO F. 2000, *Sequence analysis of bacterial DNA in the colon and stomach of the Tyrolean Iceman*, «Am J Phys Anthropol.», 112 (3), pp. 297-309.

CANO R.J., RIVERA-PEREZ J., TORANZOS G.A., SANTIAGO-RODRIGUEZ T.M., NARGANES-STORDE Y.M., CHAN-LATTE-BAIK L., GARCÍA-ROLDÁN E., BUNKLEY-WILLIAMS L., MASSEY S.E. 2014, *Paleomicrobiology: revealing fecal microbiomes of ancient indigenous cultures*, «PLoS One», 9 (9), e106833.

CARDING S., VERBEKE K., VIPOND D.T., CORFE B.M., OWEN L.J. 2015, *Dysbiosis of the gut microbiota in disease*, «Microb Ecol Health Dis.», 26, 26191.

CILLI E., DE FANTI S., QUAGLIARIELLO A., SARNO S., SERVENTI P., TRAVERSARI M., ZEDDE A., LUISELLI D., GRUPPIONI G. 2015, *Genetic analysis of the population of Roccapelago - Modena (Italy) (XVI - XVIII c.)*, in OLIVEIRA C., MORAIS R., MORILLO CERDAN A. (Eds.), *Proceedings*

- of the *Archaeoanalytics Congress - Chromatography and DNA analysis in archaeology*, Esposende, pp 247-254.
- COOPER A., POINAR H.N. 2000, *Ancient DNA: Do It Right or Not at All*, «Science», CCLXXXIX, p. 1139.
- CORDAIN L., EATON S.B., SEBASTIAN A., MANN N., LINDBERG S., WATKINS B.A., O'KEEFE J.H., BRAND-MILLER J. 2005, *Origins and evolution of the Western diet: health implications for the 21st century*, «Am J Clin Nut», 81 (2), pp. 341-354.
- DABNEY J., KNAPP M., GLOCKE I., GANSAUGE M.-T., WEIHMANN A., NICKEL B., VALDIOSERA C., GARCÍA N., PÄÄBO S., ARSUAGA J.-L., MEYER M. 2013, *Complete mitochondrial genome sequence of a Middle Pleistocene cave bear reconstructed from ultrashort DNA fragments*, «Pnas», 110 (39), pp. 15758-15763.
- DABNEY J., MEYER M., PÄÄBO S. 2013, *Ancient DNA Damage*, «Cold Spring Harbor Perspectives in Biology», 5 (7), a012567.
- DE FILIPPO C., CAVALIERI D., DI PAOLA M., RAMAZZOTTI M., POULLET J.B., MASSART S., COLLINI S., PIERACCINI G., LIONETTI P. 2010, *Impact of diet in shaping gut microbiota revealed by a comparative study in children from Europe and rural Africa*, «Proc Natl Acad Sci USA», 107 (33), pp. 14691-6.
- FULTON T.L. 2012, *Setting Up an Ancient DNA Laboratory*, «Methods in molecular biology», 840, pp. 1-11.
- GRUPPIONI G., LABATE D., MERCURI L., MILANI V., TRAVERSARI M., VERNIA B. 2011, *Gli scavi della Chiesa di San Paolo di Roccapelago nell'Appennino modenese. La cripta con i corpi mummificati naturalmente*, «Pagani e Cristiani. Forme e attestazioni di religiosità del mondo antico in Emilia», X, pp. 219-245.
- KNAPP M., CLARKE A.C., HORSBURGH K.A., MATISOO-SMITH E.A. 2011, *Setting the Stage - Building and Working in an Ancient DNA Laboratory*, «Annals of Anatomy - Anatomischer Anzeiger», 194 (1), pp. 3-6.
- KNAPP M., LALUEZA-FOX C., HOFREITER M. 2015, *Re-Inventing Ancient Human DNA*, «Investigative Genetics», 6, p. 4.
- IACUMIN P., GALLI E., CAVALLI F., CECERE M. 2014, *C4-consumers in southern Europe: the case of Friuli V.G. (NE-Italy) during early and central Middle Ages*, «Am J Phys Anthropol.», 154 (4), pp. 561-74.
- JULIAN R., MARCHESI J.R., JACQUES RAVEL J. 2015, *The vocabulary of microbiome research: a proposal*, «Microbiome», 3, p. 31.
- LANGILLE M.G.I., ZANEVELD J., CAPORASO J.G., McDONALD D., KNIGHTS D., REYES J.A., CLEMENTE J.C., BURKEPILE D.E., VEGA THURBER R.L., KNIGHT R., BEIKO R.G., HUTTENHOWER C. 2013, *Predictive functional profiling of microbial communities using 16S rRNA marker gene sequences*, «Nature Biotechnology», pp. 1-10.
- LEDERBERG J., MCCRAY A.T. 2001, *'Ome Sweet 'Omic - a genealogical treasury of words*, «Scientist», 5 (7), p. 8.
- LI J., JIA H., CAI X., ZHONG H., FENG Q., SUNAGAWA S., ARUMUGAM M., JENS KULTIMA J.R., PRIFTI E., NIELSEN T., SIERAKOWSKA JUNCKER A., MANICHANH C., CHEN B., ZHANG W., LEVENEZ F., WANG J., XU X., XIAO L., LIANG S., ZHANG D., ZHANG Z., CHEN W., ZHAO H., AL-AAMA J.J., EDRIS S., YANG H., WANG J., HANSEN T., NIELSEN H.B., BRUNAK S., KRISTIANSEN K., GUARNER F., PEDERSEN O., DORÉ J., DUSKO EHRlich S., METAHIT CONSORTIUM, BORK P., WANG J. 2014, *An integrated catalog of reference genes in the human gut microbiome*, «Nature Biotechnology», 32, pp. 834-841.
- LUGLI F., BRUNELLI D., CIPRIANI A., BOSI G., TRAVERSARI M., GRUPPIONI G. 2017, *C4-Plant Foraging in Northern Italy: Stable Isotopes, Sr/Ca and Ba/Ca Data of Human Osteological Samples from Roccapelago (16th-18th Centuries AD)*, «Archaeometry», 59, pp. 1119-1134.
- MARIAT D., FIRMESSE O., LEVENEZ F., GUIMARÃES V.D., SOKOL H., DORÉ J., CORTIER G., FURET J.-P. 2009, *The Firmicutes/Bacteroidetes ratio of the human microbiota changes with age*, «BMC Microbiology», 9, p. 123.
- QIN J., LI R., RAES J., ARUMUGAM, KRISTOFFER SOLVSTEN BURG DORF M., MANICHANH C., TRINE NIELSEN, PONS N., LEVENEZ F., YAMADA T., MENDE D.R., LI J., XU J., LI S., DONGFANG LI, CAO J., WANG B., LIANG H., ZHENG H., XIE Y., TAP J., LEPAGE P., BERTALAN M., BATTO J.-M., HANSEN T., LE PASLIER D., LINNEBERG A., BJØRN NIELSEN H., PELLETIER E., RENAULT P., SICHERITZ-PONTEN T., TURNER K., ZHU H., YU C., LI S., JIAN M., ZHOU Y., LI Y., ZHANG X., LI S., QIN N., YANG H., WANG J., BRUNAK S., DORÉ J., GUARNER F., KRISTIANSEN K., PEDERSEN O., PARKHILL J., WEISSEN BACH J., METAHIT CONSORTIUM, BORK P., DUSKO EHRlich S., WANG J. 2010, *A human gut microbial gene catalogue established by metagenomic sequencing*, «Nature», 464, pp. 59-65.

- R CORE TEAM 2013, *R: A language and environment for statistical computing*, R Foundation for Statistical Computing, Vienna.
- ROLLO F., ERMINI E., LUCIANI S., MAROTA I., OLIVIERI C. 2006, *Studies on the preservation of the intestinal microbiota's DNA in human mummies from cold environments*, «Med Secoli», 18 (3), pp. 725-740.
- ROLLO F., LUCIANI S., CANAPA A., MAROTA I. 2000, *Analysis of bacterial DNA in skin and muscle of the Tyrolean iceman offers new insight into the mummification process*, «Am J Phys Anthropol.», 111 (2), pp. 211-219.
- ROLLO F., MAROTA I. 1999, *How microbial ancient DNA, found in association with human remains, can be interpreted*, «Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci.», 1, 354 (1379), pp. 111-9.
- SANTIAGO-RODRIGUEZ T.M., FORNACIARI G., LUCIANI S., DOWD S.E., TORANZOS G.A., MAROTA I., CANO R.J. 2015, *Gut Microbiome of an 11th Century A.D. Pre-Columbian Andean Mummy*, «PLoS One», 10 (9), e0138135.
- SANTIAGO-RODRIGUEZ T.M., NARGANES-STORDE Y.M., CHANLATTE L., CRESPO-TORRES E., TORANZOS G.A., JIMENEZ-FLORES R., HAMRICK A., CANO R.J. 2013, *Microbial communities in pre-columbian coprolites*, «PLoS One», 8 (6), e65191.
- SCHNORR S.L., CANDELA M., RAMPPELLI S., CENTANNI M., CONSOLANDI C., BASAGLIA G., TURRONI S., BIAGI E., PEANO C., SEVERGNINI M., FIORI J., GOTTI R., DE BELLIS G., LUISELLI D., BRIGIDI P., MABULLA A., MARLOWE F., HENRY A.G., CRITTENDEN A.N. 2014, *Gut microbiome of the Hadza hunter-gatherers*, «Nat Commun.», 5, 3654.
- SCHWARCZ H.P., SCHOENINGER M.J. 2012, *Stable Isotopes of Carbon and Nitrogen as Tracers for Paleo-Diet Reconstruction*, in: BASKARAN M. (Ed.), *Handbook of Environmental Isotope Geochemistry. Advances in Isotope Geochemistry*, Springer, Berlin, Heidelberg.
- SEGATA N., IZARD J., WALDRON L., GEVERS D., MIROPOLSKY L., GARRETT W.S., HUTTENHOWER C. 2011, *Metagenomic biomarker discovery and explanation*, «Genome Biology», 12, R60.
- SENDER R., FUCHS S., MILO R. 2016, *Are we really vastly outnumbered? Revisiting the ratio of bacterial to host cells in humans*, «Cell», 164, pp. 337-340.
- TITO R.Y., KNIGHTS D., METCALF J., OBREGON-TITO A.J., CLEELAND L., NAJAR F., ROE B., REINHARD K., SOBOLIK K., BELKNAP S., FOSTER M., SPICER P., KNIGHT R., LEWIS C.M. JR. 2012, *Insights from Characterizing Extinct Human Gut Microbiomes*, «PLoS One», 7 (12), e51146.
- TITO R.Y., MACMIL S., WILEY G., NAJAR F., CLEELAND L., QU C., WANG P., ROMAGNE F., LEONARD S., JIMÉNEZ RUIZ A., REINHARD K., ROE B.A., LEWIS C.M. JR. 2008, *Phylotyping and functional analysis of two ancient human microbiomes*, «PLoS One», 3 (11), e3703.
- TRAVERSARI M., MINGHETTI C., MILANI V., GRUPPIONI G., FRELAT M.A. 2016, *Gli ultimi inumati mummificati della cripta: osservazioni antropologiche preliminari*, in BADIALI F. (a cura di), *Roccapelago e le sue mummie. Studio integrato della vita di una piccola comunità dell'Appennino tra XVI e XVIII secolo*, Atti dei Convegni di Studi (Roccapelago 24 settembre 2011 e 22 settembre 2012), Accademia "Lo Scoltenna", Pievepelago, pp. 217-224.
- UBALDI M., LUCIANI S., MAROTA I., FORNACIARI G., CANO R.J., ROLLO F. 1988, *Sequence analysis of bacterial DNA in the colon of an Andean mummy*, «Am J Phys Anthropol», 107 (3), pp. 285-95.
- VOREADES N., KOZIL A., WEIR T.L. 2014, *Diet and the development of the human intestinal microbiome*, «Front Microbiol.», 22, 5, p. 494.
- WANG B., YAO M., LV L., LING Z., LI L. 2017, *The Human Microbiota in Health and Disease*, «Engineering», 3, pp. 71-82.
- WILLERSLEV E., HANSEN A.J., RØNN R., BRAND T.B., BARNES I., WIUF C., GILICHINSKY D., MITCHELL D., COOPER A. 2004, *Long-term persistence of bacterial DNA*, «Curr Biol.», 14 (1), R9-10.

Maria Grazia Bridelli*, Chiaramaria Stani**, Victor Erokin*, Mirko Traversari***

“Resistere al tempo”: analisi fisico-chimiche sui tessuti biologici delle mummie di Roccapelago

Il ritrovamento dei resti appartenenti ai numerosi inumati nella cripta della Chiesa della Conversione di S. Paolo di Roccapelago, in parte mummificati, riveste un grande interesse archeologico, antropologico e più in generale scientifico. Le mummie e il loro corredo funerario, gli abiti, i piccoli gioielli, gli oggetti di uso quotidiano come pettini o spille per le acconciature, forniscono uno spaccato di considerevole valore della vita quotidiana della piccola comunità dell'Appennino modenese tra il XVI e il XVIII secolo. Da più di cinque anni scienziati e ricercatori delle più diverse discipline scientifiche studiano le caratteristiche biologiche di questi reperti alla ricerca delle informazioni su dieta, patologie, attività lavorativa, ecc... al fine di ricostruire la storia, la vita e la cultura di questa popolazione¹.

Assicurare per il futuro la conservazione delle mummie di Roccapelago rappresenta una sfida per la scienza. I corpi, parzialmente mummificati, sono stati rinvenuti in un locale (la cripta) aerato e fresco e quindi, per garantire la loro conservazione, essi sono stati ricollocati nello stesso ambiente dove, verosimilmente, si poteva avere la certezza che le originali condizioni ambientali, al di là delle inevitabili oscillazioni

di temperatura e umidità stagionali, si sarebbero continuate a mantenere costanti. Nonostante sia palese che il processo di mummificazione sia stato prodotto dalla disidratazione indotta dalle condizioni climatiche della cripta, tuttavia le diverse condizioni di preservazione con cui i reperti sono giunti a noi rendono ancora oscuri i dettagli di questo processo e le modalità e le fasi con le quali devono essersi sviluppate.

I tessuti biologici dei corpi rinvenuti hanno subito nel tempo profonde modificazioni e sono andati soggetti ad un grande numero di processi di deterioramento e di alterazione, a partire da quando appartenevano al corpo in vita, centinaia di anni fa, fino ad oggi. Durante questo periodo molte informazioni riguardo agli individui in esame sono inevitabilmente andate perse, ma altre si sono conservate ed hanno un altissimo potenziale di fornire informazioni che ci consentono di ricostruire la vita come era nel passato. Per avere accesso a queste informazioni risulta estremamente importante avere la conoscenza dei processi di trasformazione secondo i quali si svolge la decomposizione di un corpo e identificare quali effetti producono i differenti agenti tafonomici sui resti umani dopo la morte.

* Dipartimento di Scienze Matematiche, Fisiche e Informatiche, Università di Parma.

** SISSI-Infrared Beamline, Elettra-Sincrotrone Trieste S.C.p.A., Trieste.

*** Dipartimento di Beni Culturali, Laboratorio di Antropologia fisica e del DNA antico, Università di Bologna, Campus di Ravenna.

¹ PETRELLA *et al.* 2016; BRIDELLI *et al.* 2016.

L'importanza delle condizioni ambientali: l'idratazione dei tessuti

Le mummie di Roccapelago possono essere definite mummie “asciutte”, cioè corpi che sono rimasti esposti per parecchio tempo ad un ambiente così secco da espellere l'acqua contenuta nei tessuti fino al punto da equilibrare il contenuto d'acqua tissutale fino al basso livello di umidità ambientale. La condizione di forte disidratazione conseguita da questi corpi è la ragione principale che sta alla base della loro conservazione nel tempo. Grazie al raggiungimento di questo stato la maggior parte dei processi biologici che portano al deterioramento risultano bloccati: dai processi di denaturazione delle macromolecole biologiche, alla proteolisi spontanea fino a quelli prodotti dall'azione di batteri e microrganismi infestanti².

L'acqua nel corpo umano costituisce circa il 60-70% in peso e si distingue in acqua intracellulare ed extracellulare, cioè plasmatica e interstiziale. Dopo la morte, il desorbimento dell'acqua dei tessuti corporei dipende dalla temperatura e dalla pressione della frazione di vapore acqueo dell'aria circostante. È ragionevole aspettarsi che questo processo si sviluppi fino a quando l'umidità contenuta nei tessuti non è in equilibrio con l'umidità ambientale³. Il processo di desorbimento dell'acqua dai tessuti può essere studiato per mezzo di modelli matematici teorici che descrivono l'interazione tra l'acqua e la superficie dei solidi (processo detto ‘adsorbimento’), e che fanno uso di diagrammi, detti isoterme di adsorbimento, dalla forma delle quali è possibile valutare il tipo di evento che si è sviluppato, e di

quale entità sono state le interazioni tra i tessuti e le molecole d'acqua. Queste curve sono rappresentate come grafici del quantitativo di acqua adsorbita o desorbita dai tessuti in funzione della pressione relativa di vapore acqueo, che viene espressa con il parametro a_w detto attività ($a_w = p/p_o$, dove p è la pressione dell'acqua nei tessuti e p_o è la pressione dell'acqua pura)⁴.

Noi oggi ovviamente non possiamo sapere che forma abbiano avuto le isoterme di desorbimento durante il processo di disidratazione che ha portato i tessuti a mummificare, ma possiamo ricostruire in laboratorio il processo opposto, cioè quello di reidratazione o adsorbimento. In tal modo possiamo monitorare su tempi brevi le alterazioni che potrebbero avvenire a carico dei tessuti mummificati qualora cambiassero le condizioni ambientali di conservazione dei reperti. L'esperimento consiste nell'esporre lembi di tessuto mummificato ad un ambiente ad umidità controllata, e questo viene realizzato inserendo diversi prelievi in una camera a tenuta (‘camera secca’, inserto di Fig. 1), in presenza di opportune soluzioni saline sovrassature, in grado di garantire l'umidità relativa ambientale di valore noto e via via crescente, da quello più

Sali	$a_w = p/p_o$
NaOH	0.06
LiCl	0.11
CaCl ₂	0.29
Ca(NO ₃)	0.51
KI	0.68
BaCl ₂	0.91

Tab. 1 Sali usati per preparare le soluzioni saline e le corrispondenti attività di vapore acqueo a_w

² DENT *et al.* 2004.

³ SAMADELLI *et al.* 2013.

⁴ GREGG, SING 1982.

basso, corrispondente ad $a_w = 0.06$, fino a quello più alto possibile, $a_w = 0.90$, corrispondente ad una umidità ambientale del 90%. Nella Tabella 1 sono elencati i sali impiegati per l'esperimento, associati alle corrispondenti attività di vapore acqueo, a_w .

Le curve ottenute sono mostrate in Fig. 1. Si tratta delle isoterme di adsorbimento per due campioni di cute e un frammento di tessuto muscolare provenienti da mummie diverse. Al termine dell'esperimento, cioè al raggiungimento del più alto grado di idratazione, la consistenza dei tre tessuti è notevolmente cambiata: da rigidi e con un aspetto simile al cuoio, essi sono diventati flessibili e ammorbiditi, ma il loro aspetto è ben lontano da quello di un tessuto "fresco", cioè appartenente ad un organismo vivo: il colore è scuro, tendente al marrone e le fibre risultano ancora compattate. La forma delle tre curve, ottenute pesando volta per volta i campioni dopo una settimana di mantenimento nel contenitore sigillato, a contatto con l'ambiente ad umidità controllata, è simile e può essere ricondotta al modello matematico delle cosiddette Isoterme di tipo II⁵. Questo tipo di curve descrivono il comportamento tipico di materiali non porosi, in cui le molecole d'acqua, precedentemente espulse durante l'essiccamento dei tessuti, una volta rese nuovamente disponibili, non sono più in grado di penetrare per reidratare le macromolecole costituenti, a causa dell'aggregazione e del compattamento dei tessuti, ma si agglomerano sulla superficie o negli interstizi più ampi. Questo risultato, non solo conferma l'irreversibilità del processo di disidratazione-reidratazione dei tessuti mummificati, dovuto alle alterazioni strutturali che si sono prodotte nei tessuti stes-

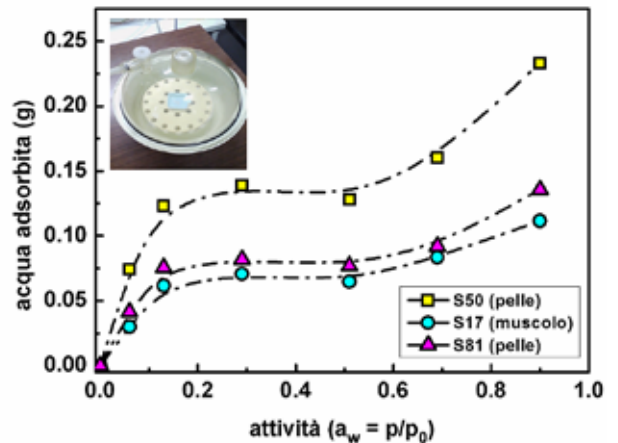


Fig. 1 *Isoterme di adsorbimento del vapore acqueo per due campioni di tessuto cutaneo e uno di tessuto muscolare prelevati rispettivamente dalle mummie S50, S81 e S17, appartenenti all'Unità Stratigrafica 26. L'adsorbimento del vapore acqueo è stato determinato gravimetricamente in seguito al mantenimento dei campioni in una camera a tenuta (mostrata nella fotografia) in presenza di opportune soluzioni saline sovrassature in grado di assicurare l'umidità relativa ambientale prefissata.*

si nei secoli passati, ma mette anche in luce la fragilità di questi reperti, in vista della loro conservazione museale nel tempo futuro. L'esperimento descrive il processo di deterioramento dei tessuti mummificati in tempi accelerati e mette in guardia relativamente ai bruschi cambiamenti di condizioni ambientali. Anche piccoli incrementi di umidità ambientale possono portare infatti ad accumuli di acqua superficiale e/o fra le pieghe dei tessuti, fino a provocarne allentamento e degenerazione e a sviluppare le condizioni favorevoli ad innestare pericolose crescite di microrganismi nocivi.

Analisi fisico-chimiche dei tessuti: Microscopia Elettronica e Spettroscopia Infrarosso a confronto

Nel Microscopio Elettronico a Scansione (SEM) un fascio di elettroni viene focalizzato in un pen-

⁵ GREGORY 1994.

nello molto stretto con il quale si fa la scansione del campione. Gli elettroni secondari emessi dal punto del campione colpito dal fascio vengono raccolti da un rivelatore ed il loro numero risulta proporzionale alla densità elettronica del materiale presente in quel punto. Essi sono comunemente usati per ricostruire l'immagine ad alta risoluzione della superficie del materiale analizzato e permettono di determinare morfologia e topologia dei campioni esaminati. L'analisi al SEM è considerata "non distruttiva", quindi particolarmente adatta per studiare preziosi reperti archeologici: essa infatti richiede piccolissime quantità di materiale, fino a 5 nm di dimensione lineare; i raggi X prodotti dall'interazione degli elettroni col campione non ne producono una riduzione del volume, quindi l'analisi può essere ripetuta più volte senza danneggiarlo, e inoltre i tempi di scansione sono molto brevi, aggirandosi attorno a tempi dell'ordine del minuto.

Una grande varietà di tessuti tratti dalle mummie di Roccapelago sono stati analizzati con il Microscopio Elettronico a Scansione. L'apparecchiatura utilizzata è un Microscopio Zeiss

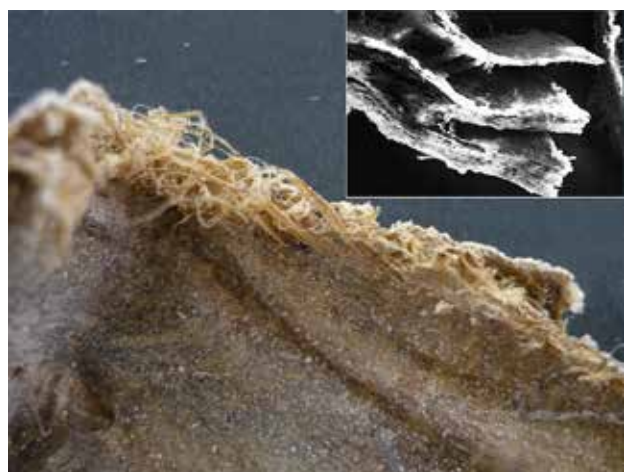


Fig. 2 Immagine allo stereomicroscopio di un lembo di pelle appartenete al reperto S81-US 23. Nell'inserto la fotografia al Microscopio Elettronico (158 X) di una sezione trasversale del tessuto cutaneo.

Supra40-high resolution, che ha consentito, per le sue caratteristiche tecniche di lavoro, di analizzare i frammenti di tessuto senza metallizzazione, preparazione che può alterare la superficie dei delicati campioni biologici. Prima dell'analisi essi sono stati trattati per mezzo del *Critical Point Drying* (CPD), un'apparecchiatura che consente di preparare i campioni biologici sottraendo ad essi le residue molecole d'acqua e sostituendole con un opportuno fluido inerte (CO_2) la cui temperatura critica è di poco più alta della temperatura ambiente. In tal modo vengono evitati artefatti quali contrazioni o collassi strutturali per effetto della tensione superficiale e l'immagine risulta naturale.

Tessuto cutaneo

La Fig. 2 mostra l'immagine di un frammento di pelle tratto dal reperto S81-US 23. La pelle delle mummie, come quella in esame, ha una struttura e una consistenza che richiama il cuoio e un colore marroncino chiaro. La superficie allo stereomicroscopio appare liscia ma i bordi sono sfilacciati e rivelano una struttura a fibre arro-

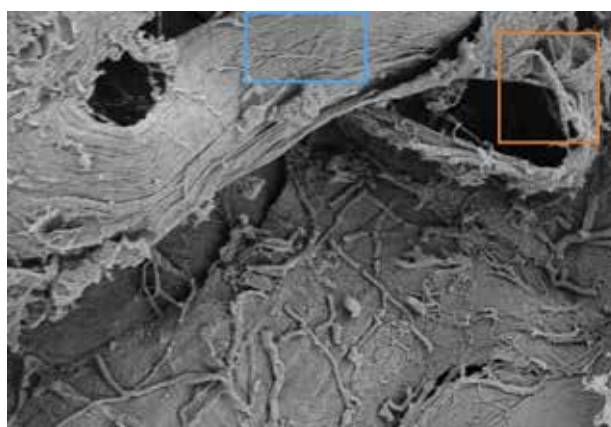


Fig. 3 Immagine al Microscopio Elettronico della superficie di un frammento di pelle prelevato dalla mummia S57-US 23 (9.92K X). I due riquadri colorati circoscrivono le regioni che sono state fotografate a più elevato ingrandimento e mostrate nella Figura 4 e nella Figura 5.

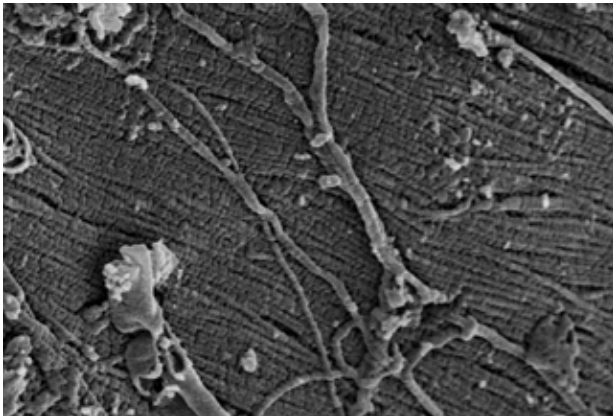


Fig. 4 Immagine al Microscopio Elettronico della superficie del frammento di pelle prelevato dalla mummia S57-US 23 (69.24K X), corrispondente al riquadro azzurro nella Figura 3.

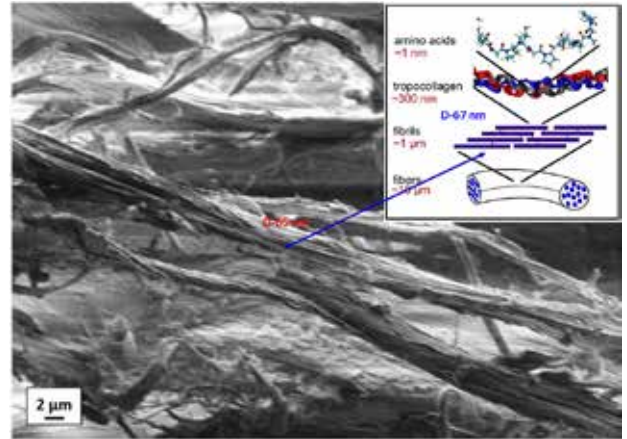


Fig. 5 Immagine al Microscopio Elettronico della superficie del frammento di pelle prelevato dalla mummia S57-US 23 (6.14K X), corrispondente al riquadro rosso nella Figura 3. Nell'inserto è mostrato uno schema della gerarchia strutturale del collagene, con particolare riferimento alle dimensioni della banda D.

tolate e intrecciate. Al SEM, a basso ingrandimento, come appare nell'inserto, si osserva in sezione trasversale il tessuto separato negli strati costituenti, a causa dell'essiccazione. A ingrandimento più elevato, nel campione S57-US 23, come mostrato in Fig. 3, l'ultrastruttura appare eterogenea. Osserviamo un grosso fascio di fibre che corrono affiancate parallelamente le une alle altre e altre due regioni, una di fibre più compatte e una filamentosa. Queste ultime due regioni sono state ulteriormente analizzate ad un ingrandimento maggiore. La prima, presentata in Fig. 4, mette in luce un tappeto di fibre collagene di Tipo I, tenute assieme dai 'cordoni' incrociati di fibre collagene di Tipo IV. La seconda rivela, in Fig. 5 a più alta risoluzione, numerosi fasci di fibre con diametri che vanno da 2 a 4 µm. È stato possibile distinguere anche la periodicità delle fibrille stesse, misurando la cosiddetta banda D della fibrilla di collagene (inserto della Fig. 5). Essa è risultata all'incirca pari a 65 nm, valore leggermente più piccolo di quello misurato per il collagene fresco, 67 nm, e che risulta compati-

le con la disidratazione della macromolecola nel tessuto mummificato.

Lo stato di conservazione dei campioni di tessuto epiteliale analizzati è molto differente da mummia a mummia e presumibilmente dipende dalla diversa collocazione del reperto nella piramide dei corpi e dalla esposizione che ha avuto all'ambiente. Nella fotografia mostrata in Fig. 6 è presentato un frammento della pelle appartenente al reperto S17-US 23. Questa immagine rivela una situazione completamente differente

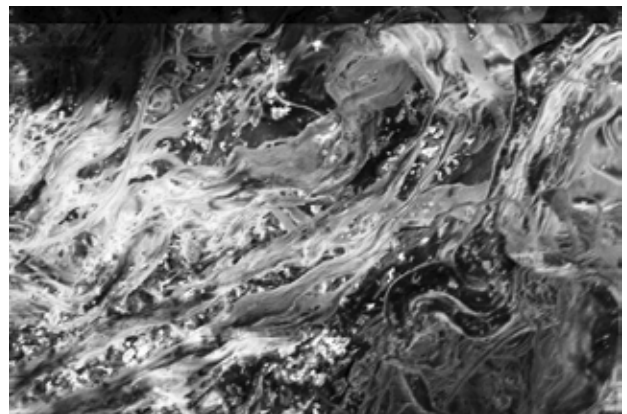


Fig. 6 Immagine al Microscopio Elettronico della superficie del frammento di pelle prelevato dalla mummia S17-US 23 (1.58K X).

da quella precedentemente descritta. In questo campione la degenerazione dei tessuti ha raggiunto un livello più elevato. Le fibre appaiono incollate ed impastate suggerendo una notevole alterazione strutturale. Si può ipotizzare che il corpo S17 sia stato collocato in una posizione interna nella piramide dei defunti, sovrapposto ad alcuni corpi e rapidamente ricoperto da altri, così da essere stato poco esposto all'aria nei primi tempi dopo la deposizione. I liquidi di putrefazione non avranno potuto scolare sufficientemente in fretta e forse anche quelli dei corpi sovrastanti avranno percolato fino a cospargere, stazionando per un tempo lungo a sufficienza per deteriorarne i tessuti epiteliali.

La spettroscopia FTIR rafforza questa ipotesi. Nella Figura 7 sono rappresentati e messi a confronto tre spettri infrarosso: quello raccolto su un campione di pelle fresca, prelevato dalla mano, e gli spettri dei due campioni di pelle di cui sono state mostrate le immagini SEM nella Fig. 3 (S57) e nella Fig. 6 (S17). Lo spettro della pelle fresca, che funge da riferimento, è stato sovrapposto allo spettro del collagene di Tipo I, il principale costituente macromolecolare della pelle. Si può notare, dalla coincidenza delle principali bande di assorbimento, che lo spettro IR della pelle è praticamente tutto dovuto all'assorbimento della sua frazione di collagene. Questo significa che le principali modificazioni negli spettri della pelle mummificata sono da attribuirsi ad alterazioni nella struttura conformazionale del collagene antico. Con l'aiuto delle linee tratteggiate verticali, che guidano lo sguardo, sono state messe in evidenza le bande di assorbimento principali dello spettro Infrarosso dei tre campioni. Le linee verdi riguardano gli assorbimenti dei lipidi. I lipidi presenti nella pelle mummificata sono dovuti allo sviluppo e forma-

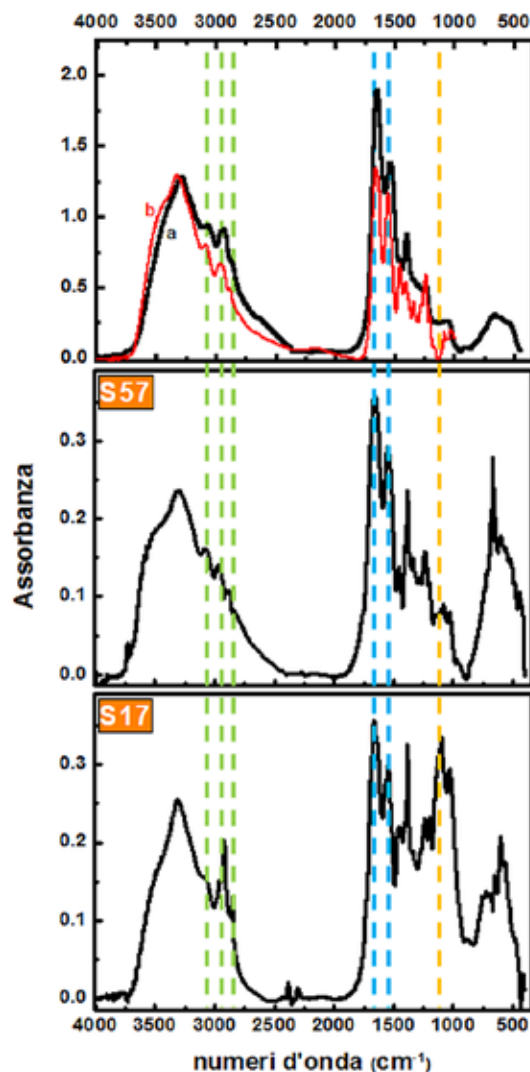


Fig. 7 Spettri FTIR registrati su diversi campioni di pelle. Dall'alto in basso: pelle fresca, prelevata dalla mano di uno degli autori C.S. (linea a) messa a confronto con collagene di Tipo I (tendine di coda di ratto, SIGMA ALDRICH) (linea b); pelle prelevata dalla mummia S57; pelle prelevata dalla mummia S17. Le linee verticali colorate sono una guida per gli occhi e servono per identificare gli assorbimenti delle componenti molecolari caratteristiche del tessuto cutaneo. Linee verdi: lipidi; linee azzurre: proteine; linea arancio: carboidrati.

zione di adipocere. Mentre il campione di riferimento e il campione mummificato S57 mostrano bande di intensità confrontabile, il campione S17 rivela bande di notevole intensità, che sono indicative dell'accumulo di questi composti. La riga arancio è posizionata in corrispondenza del numero d'onda caratteristico dei composti

di glicazione non enzimatica, che si sviluppano come prodotti (AGE) dovuti all'invecchiamento e alla deteriorazione dei tessuti contenenti collagene. Anche questa banda è estremamente più intensa nello spettro del campione S17 rispetto a quello corrispondente a S57 e al riferimento. Le righe azzurre infine corrispondono alle cosiddette bande Amide (Amide I, e Amide II, rispettivamente ai numeri d'onda $n = 1650 \text{ cm}^{-1}$ e $n = 1550 \text{ cm}^{-1}$). Queste due bande ci danno informazione sulla conformazione della proteina e risultano confrontabili, sia nell'intensità, sia nella forma, con il riferimento. I dati ottenuti ci rivelano dunque che, benché la struttura del collagene non si sia alterata per effetto della mummificazione, come ci si poteva aspettare data la 'robustezza' strutturale di questa macromolecola, tuttavia il campione S57 versa in uno stato di grave deterioramento complessivo. La cospicua presenza di prodotti AGE e di adipocere suggeriscono che il processo di mummificazione debba essersi innestato quando già il corpo si trovava in avanzato stato di decomposizione.

Tessuto osseo

L'osso è il più robusto materiale biologico esistente, eppure è vulnerabile ad un'ampia gamma di processi ed agenti tafonomici⁶. I differenti elementi scheletrici presentano differenti suscettibilità alla degradazione. Per capire come l'osso interagisce con i fattori ambientali e perché alcuni frammenti ossei sono ben conservati ed altri no, occorre entrare nel dettaglio della struttura dell'osso. L'osso è un tessuto composito formato da due diverse componenti: una organica ed una inorganica. La prima componente è principalmente formata da collagene, che costituisce



Fig. 8 Immagine al Microscopio Elettronico di un campione di tessuto osseo (femore) appartenente alla mummia S86-US 23 (348 X). Nell'insero è visibile il frammento osseo, fotografato allo stereomicroscopio.

circa il 90% della frazione organica dell'osso. Le molecole di collagene sono fra loro intrecciate a formare fibre flessibili ed elastiche. Le fibre sono allineate e gli interspazi tra una e l'altra sono riempite di una matrice inorganica di idrossiapatite, che è il secondo principale componente dell'osso. I cristalli di idrossiapatite, una forma di fosfato di calcio, riempiono il tessuto formato dalla matrice di collagene e complessivamente conferiscono all'osso le sue straordinarie proprietà di durezza e flessibilità.

La microscopia elettronica applicata al reperto S86-US23, ci restituisce l'immagine di un osso in buone condizioni di conservazione, in cui sono ancora chiaramente visibili i canali di Havers, canalicoli e lacune (Fig. 8).

L'analisi all'infrarosso del tessuto osseo è fonte di molte informazioni. Infatti la struttura molecolare dell'osso è influenzata dai microdanneggiamenti legati sia all'invecchiamento sia allo stato patologico, che si riflettono in parte sulla integrità della molecola di collagene e sui cross-link che produce, e in parte sulla struttura reticolare della frazione inorganica. La Fig. 9

⁶ WHITE *et al.* 2011.

mostra lo spettro IR di un osso moderno (femore bovino) e dei tessuti ossei appartenenti a diverse mummie prelevati da differenti distretti scheletrici, in due casi anche affetti da patologie, come descritto in dettaglio nella didascalia della figura. Gli spettri rivelano grande complessità e una considerevole variabilità sia nella forma sia nell'intensità dei picchi. Questi possono essere isolati nelle diverse regioni dei numeri d'onda e studiati singolarmente. Ognuno di essi è generalmente un picco "complesso", cioè prodotto dalla sovrapposizione di più sotto-bande singole che possono essere separate mediante l'operazione matematica di deconvoluzione in componenti Gaussiane. I dati composizionali dell'osso possono essere ricavati dal rapporto tra le intensità e/o le aree dei picchi componenti⁷. Nella Fig. 10 alcuni di essi sono mostrati, deconvoluti nelle sotto-bande costituenti. Da essi possono essere ricavati due indici relativi alla qualità della frazione minerale dell'osso e alle sue proprietà meccaniche. Il rapporto Carbonato/Fosfato ($C/P = \nu_1(\text{CO}_3)/\nu_1\nu_3(\text{PO}_4)$) rende conto della percentuale di sostituzione di fosfato: un elevato grado di sostituzione porta ad una elevata fragilità dell'osso. Questo indice può essere messo in relazione non solo con gli effetti dovuti all'invecchiamento ma anche con patologie quali osteoporosi (Fig. 10 A). L'indice di cristallinità può essere dedotto dall'analisi della doppia banda a 600 cm^{-1} , oppure dal reciproco della larghezza a metà altezza del picco a 959 cm^{-1} (Fig. 10 B). Le alterazioni nella frazione organica dell'osso, cioè del collagene costituente, possono essere analizzate studiando la composizione della banda Amide I (Fig. 10 C) nella quale si può riconoscere la coesistenza della frazione di Collagene di

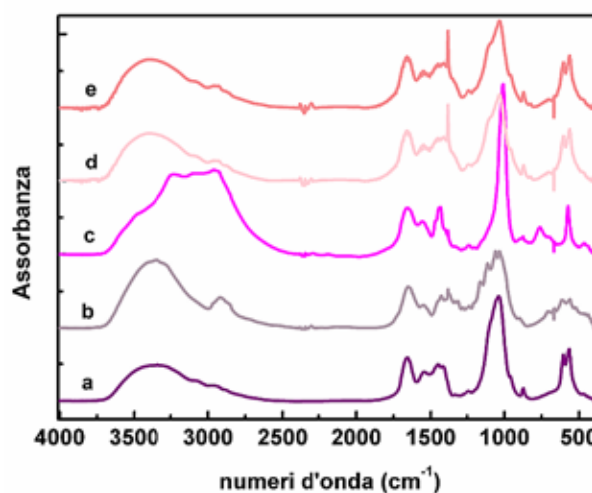


Fig. 9 Spettri FTIR di diversi tessuti ossei prelevati da mummie dell'Unità Stratigrafica 26 e di un tessuto osseo fresco, messi a confronto. a) osso fresco (femore bovino); b) cranio (osso zigomatico); c) omero; d) cranio (forame sopraorbitale, patologico); e) cranio (osso zigomatico, patologico).

Tipo I (1657 cm^{-1}) e di quella di Collagene di tipo II (1668 cm^{-1}) e la presenza della banda a 1630 cm^{-1} , indicativa della struttura poliprolinica del collagene, che testimonia la formazione di crosslink, indice di invecchiamento (Fig. 10 D).

Altri tessuti

La Fig. 11 rappresenta lo spettro Infrarosso registrato su un resto di tessuto polmonare, di cui è mostrata una fotografia allo stereomicroscopio nell'inserito. Il tessuto appare soffice e filamentoso con consistenza spugnosa. Lo spettro IR è mostrato solo nella porzione a bassi numeri d'onda dove sono presenti bande che possono essere ricondotte alla eccezionale presenza nel tessuto di residui di colesterolo e glicoproteine. L'immagine al microscopio elettronico (Fig. 12) mostra la superficie granulare della pleura e del tessuto bronchiale.

I materiali costituiti da cheratina, come i capelli, sono estremamente stabili e resistenti alle

⁷ LEBON *et al.* 2010.

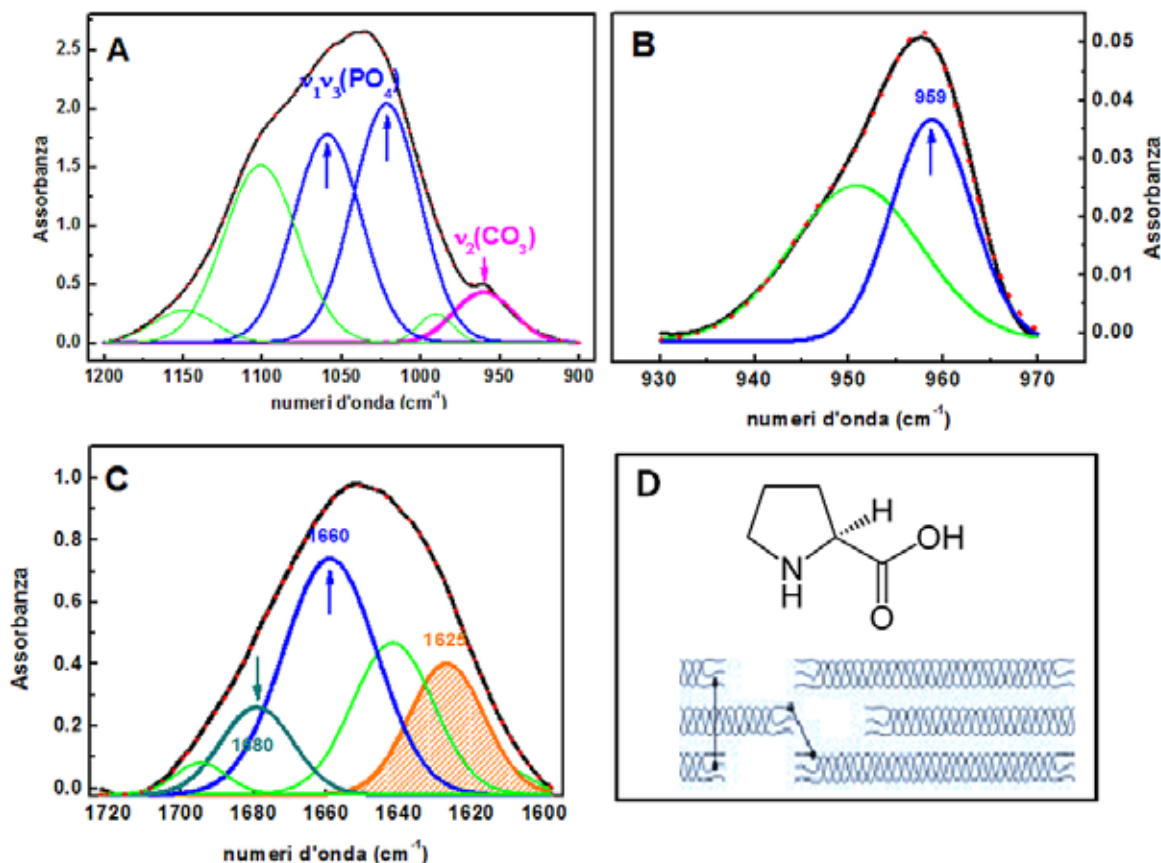


Fig. 10 Esempi di deconvoluzione dei picchi dello spettro IR dell'osso in diverse regioni di numeri d'onda. A) dal rapporto tra le bande $\nu_2(\text{CO}_3)$ e $\nu_1\nu_3(\text{PO}_4)$ si ricava l'indice Carbonato/Fosfato; B) la larghezza a metà altezza della banda a 959 cm^{-1} fornisce l'Indice di cristallinità (CI); C) la scomposizione della banda Amide dà informazioni sulla composizione in Collagene (la frazione di Collagene di tipo I a $\nu = 1657\text{ cm}^{-1}$, e quella di Collagene di tipo II a $\nu = 1668\text{ cm}^{-1}$) e sulla struttura poliprolinica ($\nu = 1630\text{ cm}^{-1}$) che è alla base della formazione di crosslink. Nel riquadro D sono mostrati la molecola di Prolina e un disegno che illustra la formazione di crosslink tra molecole di Collagene, come conseguenza dell'invecchiamento del tessuto osseo.

influenze ambientali e alla biodegradazione su lunghi tempi. Il nostro reperto, un capello appartenente alla mummia S57-US 23, mostrato in Fig. 13, rivela strutture intatte delle fibre: sia cuticola sia corteccia appaiono ben conservate e non compromesse dalle condizioni dell'ambiente deposizionale che possiamo ipotizzare aggressive. Sul fusto del capello si evidenziano tracce di contaminazione che potrebbero anche essere attribuite al mantenimento nella cripta, ma non tracce di parassiti o microrganismi. L'ultima immagine, la Fig. 14, non è rappresentativa di un tessuto biologico dei reperti mummificati analizzati, ma è ad essi strettamente legata. I

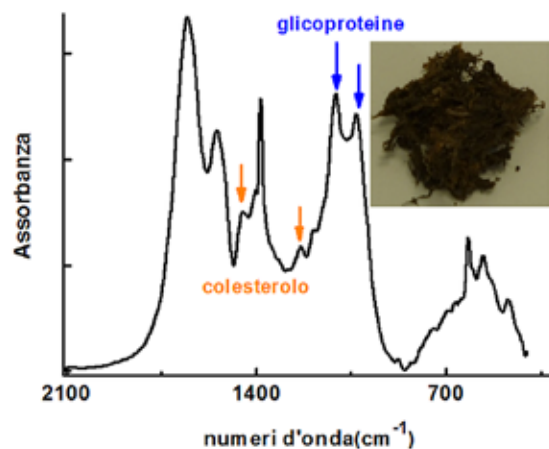


Fig. 11 Spettro FTIR ($\nu = 350\text{-}2100\text{ cm}^{-1}$) di tessuto polmonare prelevato dalla mummia S81-US 23. Nell'inserto, fotografia allo stereomicroscopio del reperto.

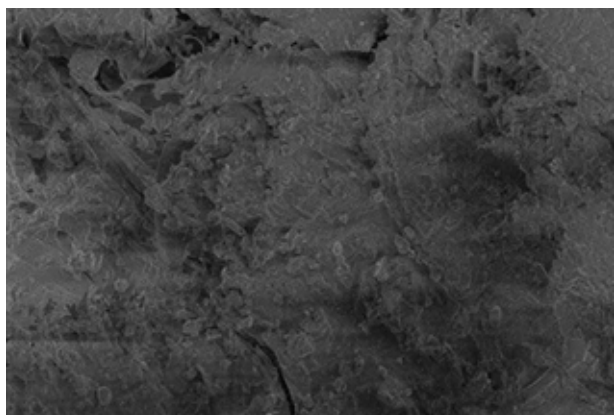


Fig. 12 Immagine al Microscopio Elettronico del tessuto polmonare appartenente alla mummia S81-US 23 (910 X).

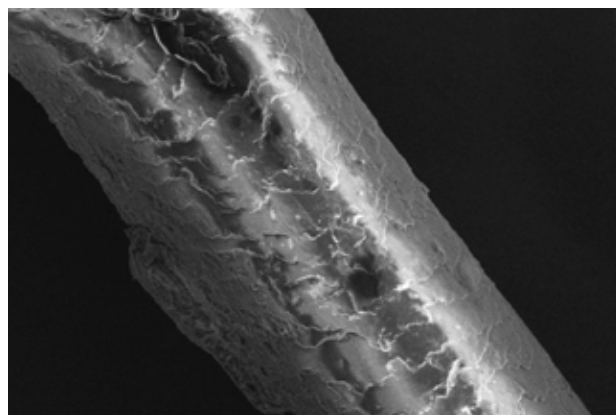


Fig. 13 Immagine al Microscopio Elettronico di un capello appartenente alla mummia S57-US 23 (2.94K X).

frammenti di pelle della mummia S57 sono stati trovati cosparsi di corpiccioli sferoidali, collassati per effetto della disidratazione, con una caratteristica struttura a nido d'ape. Le strutture sono state ricondotte a granelli di polline. Si tratta dei pollini che possono appartenere a due possibili specie di *Lilium*, il *Lilium Croceum* e/o il *Lilium Bulbiferum*, entrambe endemiche dell'appennino modenese e che fioriscono intorno alla fine di giugno. La seconda è infatti detta anche Giglio di S. Giovanni⁸. La presenza dei pollini di queste piante ci fornisce un'indicazione sulla stagione di sepoltura del defunto su cui sono stati rinve-

nuti, e di cui abbiamo studiato la mummia, e ci descrive anche un particolare commovente della cura con la quale i defunti venivano deposti nella cripta.

In conclusione, i nostri studi dimostrano che le mummie di Roccapelago rappresentano una straordinaria miniera di dati scientifici, e che pertanto, non solo meritano di essere studiate ma anche conservate con cura. L'attuale sistema di esposizione museale dei corpi mummificati costituisce la soluzione attualmente migliore per garantire sia la conservazione dei reperti nel lungo periodo, sia l'esposizione al pubblico, che

consenta la fruizione di questi preziosi beni culturali, garantendo, al tempo stesso, l'accessibilità ai ricercatori perché possano continuare a studiarli e trarre nuove informazioni sulla loro storia.



Fig. 14 Immagine al Microscopio Elettronico di un granello di polline di Giglio di San Giovanni (*Lilium bulbiferum*, fotografia a lato) rinvenuto sulla pelle della mummia S57-US 23 (3.54K X).

⁸ Naviga la Flora: Flora del Modenese, http://flora.provincia.modena.it/naviga_flora/liliales/lilium-bulbiferum-subsp-croceum-chaix.aspx.

Bibliografia

BRIDELLI M.G., STANI C., EROKIN V., TRAVERSARI M., CILLI E. 2016, *Tissue preservation of 16-18th Century mummies of Roccapelago (Modena, Italy): a SEM and FTIR study*, in *12th Biennial IRUG Conference (Infrared and Raman Group)*, in *The twelfth Biennial IRUG Conference (May 23-25 2016)*, Book of Abstracts, pp. 80-81.

DENT B.B., FORBES S.L., STUART B.H. 2004, *Review of human decomposition processes in soil*, «*Environmental Geology*», 45, pp. 676-685.

GREGG S.J., K.S.W. SING 1982, *Adsorption, Surface, Area and Porosity*, London, New York, Academic Press.

GREGORY R.B. 1994, *Protein hydration and glass transition behavior*, in GREGORY R.B. (Ed.) *Protein-solvent interactions*, Marcel Dekker inc. N.Y., pp. 191-264.

LEBON M., REICHE I., BAHAIN J.J., CHADEFaux C., MOIGNE A.M., FRÖHLICH F., SEMAH F., SCHWARCZ H.P., FALGUERES C. 2010, *New parameters for the characterization of diagenetic alterations and heat-induced changes of fossil bone mineral using Fourier transform infrared spectrometry*, «*J. Archaeological Science*», 37, pp. 2265-2276.

PETRELLA E., PICIUCCHI S., FELETTI F., BARONE D., PIRACCINI A., MINGHETTI C., GRUPPIONI POLETTI V., BERTOCCHI M., TRAVERSARI M. 2016, *CT Scan of Thirteen Natural Mummies Dating Back to the XVI-XVIII Centuries: An Emerging Tool to Investigate Living Conditions and Diseases in History*, «*PLoS One*», 11, pp. 1-18.

SAMADELLI M., ROSELLI G., FERNICOLA V.C., MORODER L., ZINK A.R. 2013, *Theoretical aspects of physical-chemical parameters for the correct conservation of mummies on display in museum and preserved in storage rooms*, «*J. Cultural Heritage*», 14, pp. 480-484.

WHITE T.D., BLACK M.T., FOLKENS P.A. 2011, *Human Osteology*, third edition, London Academic Press.

Stefano Vanin^{*-***-***}, Bortolini Sara^{***-****-*****},
Giordani Giorgia^{**-****-*****}, Tuccia Fabiola^{**-***}

Indagine morfologica e molecolare sui reperti entomologici di Roccapelago

Introduzione

Negli ultimi decenni le ricerche archeologiche si sono avvalse del contributo di numerose discipline di area biologica e delle scienze naturali che hanno contribuito in maniera decisiva alla ricostruzione degli eventi avvenuti nel passato. Numerose sono le pubblicazioni in cui osservazioni ed ipotesi archeologiche sono sostenute e supportate da dati archeogenetici, archeobotanici ed archeozoologici, questi ultimi facenti riferimento quasi esclusivamente a reperti ossei di vertebrati ed occasionalmente ad elementi della malacofauna. Solo raramente si fa riferimento all'entomofauna, ovvero ai resti degli insetti, sebbene questi rappresentino ben il 75% degli animali attualmente descritti e siano il gruppo tassonomico più abbondante per numero di specie, numero di esemplari ed habitat colonizzati¹ Non c'è luogo sulla terra, ad eccezione delle profondità marine, dove gli insetti non si siano insediati e dove non siano in grado di utilizzare le risorse trofiche là presenti.

Negli ultimi anni però lo studio degli insetti è risultato utile nel campo archeologico e paleontologico per la ricostruzione degli ambienti e delle condizioni climatiche del passato. È da ricordare poi che nel 1996 è stata ufficialmente formalizzata dal francese Jean Bernard Huchet l'Archeoentomologia funeraria come disciplina che si occupa dello studio degli insetti, degli artropodi e frammenti di questi associati a resti umani o sepolture di interesse archeologico². Lo scopo di questa disciplina è di fornire, attraverso lo studio degli insetti, elementi utili per la ricostruzione degli eventi *peri e post mortem* come per esempio i riti funebri e gli eventuali spostamenti del cadavere. L'archeoentomologia funeraria è utile anche per la comprensione dello stato di salute delle popolazioni passate, attraverso l'individuazione di artropodi ectoparassiti (pidocchi, pulci, zecche, etc) associati ai resti umani. Lo studio dei frammenti degli insetti dopo centinaia, se non migliaia e decine di migliaia di anni, è reso possibile dalla composizione chimica dell'esoscheletro, principalmente

* Dipartimento di Scienze della Terra dell'Ambiente e della Vita, Università di Genova.

** School of Applied Sciences, University of Huddersfield (UK).

*** GIEF - Gruppo Italiano Entomologia Forense.

**** Dipartimento di Scienze della Vita, Università di Modena-Reggio Emilia

***** Facoltà di Scienze e Tecnologie, Libera Università di Bolzano.

***** Dipartimento di Farmacia e Biotecnologie, Università di Bologna.

¹ GULLAN, CRASTON 2006.

² HUCHET 1996.

costituito da chitina, che ne fornisce una grande resistenza fisica e chimica³.

I gruppi di insetti che maggiormente si rinven-
gono nelle sepolture sono quelli legati alla de-
composizione del corpo o alle offerte funerarie⁴
appartenenti principalmente agli ordini dei coleotteri e dei ditteri.

Mentre per i coleotteri i reperti più comuni rin-
venuti in contesti archeologici sono costituiti dai
frammenti degli adulti ed occasionalmente dalle
capsule cefaliche delle larve, per i ditteri i reper-
ti che si rinvencono sono costituiti dai pupari,
la cuticola chitinizzata all'interno della quale è
avvenuta la metamorfosi larvale. Nel caso degli
ectoparassiti vengono invece rinvenute le spo-
glie degli adulti o nel caso dei pidocchi le lendini
ancora adese ai capelli.

Grazie alla lungimiranza di chi si è occupato del-
le ricerche scientifiche sui resti umani rinvenuti
in occasione della ristrutturazione della chiesa
parrocchiale della Conversione di S. Paolo di
Roccapelago a Pievepelago (MO), tra l'ottobre
2009 e il marzo 2011, è stato possibile anche lo
studio dell'entomofauna presente sui resti di 281
corpi parzialmente mummificati e scheletrizzati
ivi trovati. La ricerca è stata condotta dall'equi-
pe del FLEA (Forensic Lab for Entomology and
Archaeology) all'epoca di base presso la School
of Applied Sciences, University of Huddersfield,
nel Regno Unito. Attualmente il FLEA è stato
trasferito al DISTAV dell'Università di Genova.
Da un punto di vista sia cronologico che di ap-
profondimento della ricerca, lo studio entomo-
logico sui reperti di Roccapelago può essere
schematizzato in tre fasi, di cui segue una breve
sintesi.

Roccapelago 1.0

La prima fase della ricerca si è costruita su un
primo sopralluogo e un prelievo di insetti da
alcune mummie al fine di identificare i gruppi
tassonomici maggiormente rappresentati con lo
scopo di mettere a punto una metodica di prelie-
vo e campionamento quanto più completa pos-
sibile e che non entrasse in conflitto con le altre
indagini scientifiche.

La natura del materiale, il suo ottimo stato di
conservazione e la sua mole sono stati gli ele-
menti che hanno guidato la scelta delle metodo-
logie di raccolta e studio. Si è deciso quindi di
effettuare un primo prelievo manuale da tutte
le mummie con l'ausilio di pinzette entomolo-
giche e pennelli sottili da parte di personale del
FLEA dotato di mascherina e guanti. Il mate-
riale pulverulento che era stato raccolto trami-
te aspirazione dalle vesti e dai resti umani nel
corso dell'intervento di pulizia eseguito su di
essi, è stato invece setacciato utilizzando vagli
a maglia decrescente da 2 cm a 250 µm. Questi
due approcci combinati hanno permesso sia di
prelevare esemplari di insetti interi di dimensio-
ni medio-piccole, sia i frammenti minuscoli che
difficilmente sono individuabili ad occhio nudo.
Vista la gran mole di materiale da esaminare e
il numero di frammenti di insetti da raccoglie-
re, l'approccio combinato è risultato il migliore
perseguibile ed è stato realizzato nella seconda
fase di lavoro.

Roccapelago 2.0

Dopo raccolta e setacciatura, gli esemplari sono
stati separati per morfotipi, spesso coinciden-

³ VANIN, HUCHET 2017.

⁴ PRADELLI *et al.* 2019; GIORDANI *et al.* 2020.

ti con gruppi tassonomici omogenei. In particolare sono stati separati i pupari dei ditteri, i frammenti dei coleotteri adulti e delle loro larve, i bozzoli dei lepidotteri ed i frammenti di altri artropodi. Queste operazioni iniziali di smistamento sono state effettuate con osservazione del materiale attraverso uno stereomicroscopio Leica M60 con videocamera DFC425C.

Per le successive fasi di identificazione a livello specifico si è fatto ricorso anche all'osservazione e alla fotografia degli esemplari tramite microscopio digitale Keyence VHX-S90BE con lenti VH-Z250R e VH-Z20R e software VHX-2000 Ver. 2.2.3.2.

I primi risultati delle identificazioni, presentati al convegno di Roccapelago del 2012⁵, avevano già messo in luce i ditteri muscidi appartenenti al genere *Hydrotaea* Robineau-Desvoidy, 1830 (Fig. 1), come gruppo dominante l'entomofauna delle mummie e tipico di colonizzazione in ambienti ipogei⁶. Inoltre, gli stessi studi preliminari avevano rivelato la presenza di ditteri tipici colonizzatori di cadaveri esposti, quali appartenenti alle famiglie Calliphoridae e Sarcophagidae. La presenza di questi *taxa* può essere spiegata sia

con una colonizzazione avvenuta prima dell'inumazione nel locale al di sotto della chiesa, sia con l'accesso di mosche gravide attraverso le due finestrelle presenti nel muro del locale sotterraneo contenente i corpi. Esempari di Calliphoridae sono infatti già stati segnalati all'interno di ambienti ipogei anche nel Nord Italia⁷. Numerosi risultavano essere anche i frammenti di coleotteri ascrivibili a specie di diverse famiglie tra cui i Cleridae contavano il maggior numero di esemplari identificati con la specie *Necrobia violacea* (Linnaeus, 1758). Altre specie, il cui numero di esemplari repertati era di gran lunga inferiore ai precedenti, sono state identificate all'interno delle famiglie Ptinidae, Histeridae, Tenebrionidae, Cryptophagidae e Dermestidae. La buona qualità dei pupari di muscidi del genere *Hydrotaea* ha permesso di sviluppare due linee di ricerca, la prima esclusivamente morfologica e la seconda invece di stampo molecolare che verrà descritta in dettaglio nella sessione Roccapelago 3.0.

L'ottimo stato di conservazione dei pupari di *Hydrotaea* ha permesso l'inizio di un'ampia indagine morfologica volta a descrivere l'anatomia di tutte le specie di questo genere rinvenute in associazione a cadaveri sia in contesti forensi che archeologici. Sono così stati descritti e illustrati in dettaglio i pupari (Fig. 2) di sei specie del genere, provenienti non solo da Roccapelago, ed è stata costruita una chiave dicotomica per il loro riconoscimento⁸. Quanto prodotto tende a colmare una delle lacune principali nel campo dell'archeontomologia funeraria e dell'entomologia forense ovvero la mancanza di chiavi dico-



Fig. 1 Pupario di *Hydrotaea capensis* (scala di misura: 1 mm).

⁵ VANIN 2016.

⁶ PRADELLI *et al.* 2019; GIORDANI *et al.* 2018.

⁷ TURCHETTO *et al.* 2008.

⁸ GIORDANI *et al.* 2018.



Fig. 2 Spiracoli di una specie di *Hydrotaea* (Diptera: Muscidae) visualizzati tramite microscopio digitale Keyence VHX-S90BE (scala di misura: 100 μ m)

tomiche e di illustrazioni precise e chiare per gli stadi immaturi dei ditteri, e nello specifico dei pupari.

Roccapelago 3.0

Lo sviluppo di nuovi protocolli e metodiche per l'estrazione e l'analisi del DNA ha avuto un impatto rivoluzionario nel campo dell'entomologia seppur tra *pro* e *contro*; questi ultimi dovuti non alla metodologia di per sé ma alle false aspettative e ad errori interpretativi che si sono generati, soprattutto quando il risultato non è valutato con occhi critici da chi ha conoscenza degli insetti.

Gli aspetti positivi dell'analisi del DNA estratto dagli insetti che colonizzano i corpi è stata ben

descritta da Wells e Stevens⁹. Il DNA infatti permette una precisa identificazione di specie anche per gli stati immaturi o per esemplari non perfettamente conservati, deficitari di caratteri diagnostici morfologici. Tale affermazione godrebbe di una maggiore veridicità e applicabilità se le banche dati del DNA contenessero le sequenze di tutte le specie e se fosse garantita la correttezza dell'identificazione morfologica degli esemplari da cui tali sequenze nucleotidiche derivano. Non essendo tali condizioni soddisfatte, ne consegue che il rischio di incorrere in erronee identificazioni di specie basate esclusivamente su dati molecolari sia estremamente frequente. Un problema aggiuntivo è legato al fatto che alcune specie, come nel genere *Lucilia* Robineau-Desvoidy, 1830, *Lucilia caesar* (Linna-

⁹ WELLS, STEVENS 2008.

eus, 1758) e *Lucilia illustris* (Meigen, 1826), non sono identificabili usando le sequenze di “DNA *barcoding*” comunemente usate in molti laboratori¹⁰.

La qualità del DNA estratto è uno dei fattori limitanti per l'identificazione su basi genetiche. Generalmente, da esemplari entomologici freschi e ben conservati si ottiene DNA di buona qualità idoneo all'amplificazione, al contrario di quando si lavora con esemplari provenienti da contesti archeologici. In tal caso anche la quantità del DNA estratto, di pochi ng/μl, è da considerarsi un fattore limitante, come si verifica ad esempio per i pupari¹¹.

Per supportare l'identificazione morfologica dei pupari di *Hydrotaea* si è proceduto con l'estrazione del DNA, seguita da amplificazione della regione di *barcoding* del gene COI¹² via PCR, e quindi sequenziamento. Vista l'esigua quantità di DNA estraibile da un singolo pupario si è provveduto a creare tre pool rispettivamente di 5, 10 e 20 pupari, identici per caratteristiche morfologiche. L'estrazione del DNA effettuata con kit commerciali (Qiagen) ha permesso di estrarre rispettivamente 0.20, 1.03 e 7.21 ng/μl di DNA su un volume di eluizione di 100 μl. Sebbene la quantità di DNA, soprattutto per i pool di 10 e 20 pupari, fosse sufficiente per l'amplificazione, le reazioni di PCR di un frammento di 658 pb mediante primer universali¹³ e primer specifici disegnati su sequenze già note di specie del genere sono risultate negative. Una delle motivazioni più plausibili per questo risultato negativo è stata individuata nella degradazione

del DNA durante il lungo lasso di tempo trascorso dalla formazione del pupario al momento dell'estrazione del DNA in esso contenuto: qualche centinaio d'anni. Si è provveduto quindi a disegnare due pool di primer per amplificare regioni di circa 200-250 pb tra loro sovrapposte per circa 50 pb. La combinazione di 7 sequenze così generate ha permesso di ottenere una sequenza di circa 750 pb la cui ricerca nella banca dati GenBank tramite il programma BLAST ha mostrato un'alta identità con le sequenze della specie *Hydrotaea capensis* (Wiedemann, 1818) già depositate e confermando così l'identificazione morfologica. Un'ulteriore conferma è stata ottenuta tramite un approccio filogenetico. In tal caso le sequenze generate “clusterizzavano” con le sequenze di *Hydrotaea capensis* selezionate dalla banca dati.

Conclusioni

I risultati del lavoro condotto sul materiale entomologico prelevato dalle mummie di Roccapelago possono essere valutati su tre diversi piani:

1. Elenco delle specie che si sono succedute sui corpi durante il processo di decomposizione/mummificazione degli stessi. Tale elenco è utile di per sé nella comprensione sia del processo di colonizzazione dei corpi a Roccapelago sia per la definizione dello stato di salute della popolazione. Queste informazioni possono inoltre essere esportate nell'analisi di altri contesti archeologici ma anche in situazioni contemporanee di casi forensi.

¹⁰ BORTOLINI *et al.* 2019.

¹¹ MAZZANTI *et al.* 2010.

¹² FOLMER *et al.* 1994.

¹³ FOLMER *et al.* 1994.

2. Chiavi di riconoscimento ed illustrazione dei pupari delle specie del genere *Hydrotaea* associate alla decomposizione dei corpi. Tale prodotto fornisce uno strumento, fino ad oggi mancante, per l'identificazione del materiale che più numeroso si trova in contesti di mummificazione/decomposizione in ambienti ipogei o comunque con limitato accesso.
3. Messa a punto di una metodologia di analisi molecolare di pupari da contesti archeologici. Questa metodologia, seppur lontana dall'essere definitiva e pur necessitando di ulteriori approfondimenti e test, getta le basi per l'analisi molecolare di pupari di vecchia data e può in un futuro essere applicata anche in contesti forensi.

Bibliografia

BORTOLINI S., TUCCIA F., GIORDANI G., MAISTRELLO L., VANIN S. 2019, *Longer the sequence higher the probability of correct identification of forensic important species?*, «PeerJ», 6, e5962.

FOLMER O., BLACK M., HOEH W., LUTZ R., VRIJENHOEK R. 1994, *DNA primers for amplification of mitochondrial cytochrome c oxidase subunit I from diverse metazoan invertebrates*, «Molecular Marine Biology and Biotechnology», 3 (5), pp. 294-299.

GIORDANI G., ERAUW C., EECKHOUT P.A., OWENS L.S., VANIN S. 2020, *Patterns of camelid sacrifice at the site of Pachacamac, Peruvian Central Coast, during the Late Intermediate Period (AD1000-1470): perspectives from funerary archaeoentomology*, «Journal of Archaeological Science», 114, 1050650.

GIORDANI G., GRZYWACZ A., VANIN S. 2018, *Characterization and identification of puparia of *Hydrotaea Robineau-Desvoidy*, 1830 (Diptera: Muscidae) from forensic and archaeological contexts*, «Journal of Medical Entomology», 56 (1), pp. 45-54.

GULLAN P.J., CRASTON P.S. 2006, *Lineamenti di Entomologia*, Zanichelli, Bologna.

HUCHET J.-B. 1996, *L'archéontomologie funéraire: une approche originale dans l'interprétation des sépultures*, «Bulletins et mémoires de la Société d'Anthropologie de Paris», 8 (3-4), pp. 289-302.

MAZZANTI M., ALESSANDRINI F., TAGLIABRACCI A., WELLS J.D., CAMPOBASSO C.P. 2010, *DNA degradation and genetic analysis of empty puparia: genetic identification limits in forensic entomology*, «Forensic Science International», 195 (1-3), pp. 99-102.

PRADELLI J., ROSSETTI C., TUCCIA F., GIORDANI G., LICATA M., BIRKHOFF J.M., VERZELETTI A., VANIN S. 2019, *Environmental necrophagous fauna selection in a funerary hypogeal context: the putridarium of the Franciscan monastery of Azzio (Northern Italy)*, «Journal of Archaeological Science: Reports», 24, pp. 683-692.

TURCHETTO M., LAFISCA A., BORRINI M., VANIN S. 2008, *A study on the entomofauna on some 2nd world war skeletons from a foiba in NW-Italy in Proceeding of the sixth meeting of the European Association for Forensic Entomology (Kolymbari/Crete, 20-24 maggio 2008)*, pp. 33-34.

VANIN S. 2016, *Archeoentomologia funeraria: risultati e prospettive dallo studio delle mummie di Roccapelago*, in BADIALI F. (a cura di), *Le mummie di Roccapelago (XVI-XVIII sec.): vita e morte di una piccola comunità dell'Appennino modenese. Archeologia e antropologia: una ricerca interdisciplinare*, Atti dei convegni (Roccapelago, 24 settembre 2011 e 22 settembre 2012), pp. 225-229.

VANIN S., HUCHET J.-B. 2017, *Forensic Entomology and Funerary Archaeoentomology*, in SCHOTSMANS E.M.J., MARQUEZ-GRANT N., FORBES S. (Eds.), *Taphonomy of Human remains: Analysis of the death and the depositional environments*, First edition, John Wiley & Sons Ltd., chapter 13, pp. 176-186.

WELLS J.D., STEVENS J.R. 2008, *Application of DNA-based methods in forensic entomology*, «Annual Review of Entomology», 53, pp. 103-120.

Thessy Schoenholzer Nichols*

Uso e riuso di un indumento, l'esempio di alcune camicie recuperate dal contesto funerario di Roccapelago

È singolare parlare di riutilizzo di indumenti al giorno d'oggi; appare piuttosto una prassi del passato, impropriamente legata ai concetti di povertà, incuria e degrado. È forse ancora più strano che noi oggi acquistiamo jeans e indumenti apparentemente 'usati'. Paghiamo perché operatori trattino gli indumenti chimicamente o meccanicamente, affinché risultino lisi, strappati e bucati, causando a se e alla comunità danni ingenti alla salute e all'ambiente. Tuttavia non è apparentemente sconosciuta una certa tendenza stilistica, in passato, che contemplava indumenti strappati e tagliati, come ci ha mostrato la moda europea del Rinascimento. Si suppone che questa tendenza abbia avuto inizio da soldati e mercenari quali i *Landsknecht* svizzeri, i quali, dopo una battaglia vinta, avendo avuto la vita risparmiata, continuavano a vestire gli abiti strappati, in ricordo dell'impresa effettuata. Non sorprende quindi che quest'immagine dell'eroe, del sopravvissuto e dell'uomo forte e vittorioso, abbia lanciato una moda che è giunta agli albori del XVII secolo. Indumenti strappati o piuttosto sapientemente tagliati da sarti, sono stati indossati in numerose forme presso le corti europee e dalla borghesia, con grande entusiasmo e convinzione. Anche le donne facevano spesso tagliare il tessuto di maniche, mantelli e gonne. Una chiara eco di quell'epoca sono al giorno d'oggi le guardie svizzere papali, che ancora

vestono il costume rinascimentale, costituito da calzoncini tagliati verticalmente.

È quindi quasi un paradosso ai nostri occhi, parlare di abiti strappati, utilizzati e riusati, non per qualche moda, ma come risultato di un uso prolungato nel corso di una vita povera e faticosa. Strappi e abrasioni autentici quindi, non creati appositamente da qualche mano moderna o con qualche prodotto chimico, da sciabole o armi bianche, ma dall'autentico lavoro quotidiano, da qualche ramo o cespuglio agganciandosi agli abiti andando nei boschi, oppure dal sudore e altro.

Ecco quindi che lo studio di questo aspetto, davvero interessante e insolito, che ho condotto su alcuni esempi di camicie intere che abbigliavano alcune delle mummie a Roccapelago, appare estremamente informativo e prezioso, ancorché raro. L'analisi, per quanto puntuale ed estesa, è comunque stata parziale, non essendo stato possibile procedere con un restauro completo di tutti i tessili recuperati, garantendo una lettura complessiva degli indumenti. Tuttavia questo primo studio si è dimostrato sufficientemente informativo, ai fini di una valutazione complessiva di ciò che sono state le abitudini della popolazione antica di Roccapelago, per quanto riguarda la cura degli indumenti.

Per questo contributo, ho preso in considerazione un completo composto da sudario e camicie appartenute ad un individuo di sesso femmini-

* Storica del Tessuto e del Costume antico

le, una camicia maschile, una camicia femminile ed un paio di calze. Il numero ristretto di capi in analisi è stato sufficiente per porre le basi di un vero e proprio protocollo di studio utilizzabile estensivamente per i futuri casi analoghi. Il primo passo è consistito nell'individuazione dei danni patiti dagli indumenti nel corso della vita del proprietario, nonché dalle ingiurie patite durante la fase *post mortem*, in cui il capo di abbigliamento ha accompagnato nella tomba il defunto. Per quanto attiene alla fase postmortale, sono state individuate rotture e strappi del tessuto, causati dalle fasi deposizionali del corpo all'interno della cripta cimiteriale ricavata sotto la chiesa di Roccapelago, quali ad esempio i danni cagionati dalle successive deposizioni. Ulteriori rotture si sono rivelate essere il frutto di azioni microbiche o legate ai fenomeni putrefattivi del corpo, allo sviluppo di muffe, umidità di risalita nell'ambiente e, naturalmente, l'azione di insetti e altri elementi faunistici.

Per quanto riguarda i danni *intra vitam* invece, sono stati presi in considerazione le tracce di cibi, liquidi, sudore, terra, buchi, strappi, abrasioni che abbiano richiesto rattoppi e riparazioni. Infine, un altro aspetto *intra vitam* valutato, è stata l'operazione di lavaggio dell'indumento. Il primo caso analizzato si riferisce ad un individuo di sesso femminile, una donna anziana, seppellita con la camicia e una sorta di sudario che le era stato cucito addosso. In genere i sudari recuperati nella cripta di Roccapelago sono quasi sempre dello stesso tessuto e creati per questo esclusivo utilizzo; sono stati quindi confezionati per il momento della sepoltura. Il sudario presenta strappi e lacerazioni con parti mancanti (Fig. 1). La camicia, indossata in aderenza al corpo e protetta dal sudario, mostra lacerazioni, strappi e parti mancanti negli stessi



Fig. 1 US 23 85 ind 51. Sudario e camicia femminile con danni avvenuti durante la sepoltura.

punti del sudario ma più estesi. Nella zona del grembo la lacerazione appare più ampia, frutto probabilmente dell'azione di roditori; nella zona addominale dell'inumato, oramai parzialmente scheletrizzato, sono stati trovati infatti quelli che sembrano essere stati dei nidi di roditori costruiti con dei filati e pezzettini di tessuti. Degno di nota il fatto che questi due indumenti mostrano chiaramente l'impronta anatomica del corpo che ricoprivano, molto evidente sulla camicia; questo esito sembra essere il risultato del peso esercitato da altri corpi sopra deposti in tempi successivi. Durante la fase post mortale, l'attività degli insetti è visibile tra i fili dell'ordito e della trama, da cui sono passati, lasciando brecce o fori (Fig. 2).

La camicia tessuta in lino, piena di riparazioni e rattoppi cuciti durante la lunga vita della donna, è stata infine analizzata. I numerosi rattoppi, reperiti anche su altri esempi, indicano chiaramente che l'antica popolazione non partecipava alla vita sociale con abiti logori o strappati, ma



Fig. 2 US 23 ind 46. Fori creati da insetti e larve.

sempre rimessi in ordine, riflesso di una forte dignità personale. Nell'immagine (Fig. 3) sono evidenziate le zone rattoppate; spesso questi veri e propri restauri erano doppi o tripli, con gli strati dei tessuti sovrapposti. La parte più rimaneggiata, come già accennato, è il grembo, il petto, lo scollo e parti delle maniche (Fig. 3); questo *pattern* si ripete su altri casi studiati. Esaminando in particolare l'interno della zona del bassoventre si è notato che il tessuto originale è completamente disintegrato; l'area appa-



Fig. 3 US 23 85 ind 51. Camicia femminile con rattoppi visibili e evidenziati.

re sempre sfilacciata con una consistenza simile alla carta e molto fragile. Questa alterazione si evidenzia generalmente solo su tessuti filati con fibre vegetali, esposti per molto tempo ad agenti modificanti, quali ad esempio le muffe. Tali tessuti, avendo subito un processo irreversibile, non riacquisteranno più una buona resistenza anche dopo accurati lavaggi.

Il costume delle donne di Roccapelago, comune ad altre popolazioni simili per cronologia e livello sociale, non prevedeva indumenti specifici per l'intimo e le camicie venivano spesso utilizzate per le primarie operazioni di igiene intima, durante la giornata. Con il perdurare di queste operazioni e in assenza di lavaggi frequenti, il tessuto di fibre vegetali, chimicamente basico, veniva gradualmente danneggiato dall'acidità delle urine, rovinandosi irrimediabilmente (Fig. 4). Altri rattoppi, visibili sotto le ascelle, si rendevano necessari a causa del continuo sfregamento, altri ancora lungo la scollatura a causa del sudore. Un'altra camicia femminile presa in considerazione, conferma le posizioni dei rattoppi trovati nella camicia precedente (Fig. 5). È a questo punto utile considerare l'abbigliamento *standard* delle donne dello stesso periodo, sia



Fig. 4 US 26 sacco 63. Tessuto sotto i rattoppi all'altezza del grembo.

povere che ricche. Dal Rinascimento in poi fino alla rivoluzione francese, la foggia del vestiario femminile non ha subito grandi cambiamenti. La donna indossava un abito con corpino, oppure una gonna con una sorta di busto o corpino staccato. Le maniche, se esistevano, erano staccate e fissate alle bretelle del corpino tramite lacci¹. Spesso le donne non ne facevano uso poiché limitavano i movimenti. È quindi chiaro che le maniche, e in genere la parte superiore, soprattutto i polsini, le spalle e lo scollo della camicia, subivano danni maggiori, a causa del sudore e delle attività lavorative (Fig. 6). Esaminando

inoltre il tipo di vita e di lavoro di una donna che abitava in zone di montagna in quell'epoca, appare evidente la molteplicità delle attività che doveva svolgere durante la giornata. Era infatti responsabile della vita casalinga, che prevedeva la preparazione dei cibi, la pulizia della casa stessa e della biancheria; filava, tesseva, riparava la biancheria, si occupava dei figli e degli animali domestici. Vi erano inoltre attività da svolgere fuori casa, come ad esempio la cura degli orti, la raccolta di piccoli frutti ed erbe silvane, far legna, il lavoro nei campi e tanto altro. Erano tutte mansioni che potevano ripetutamente strappare

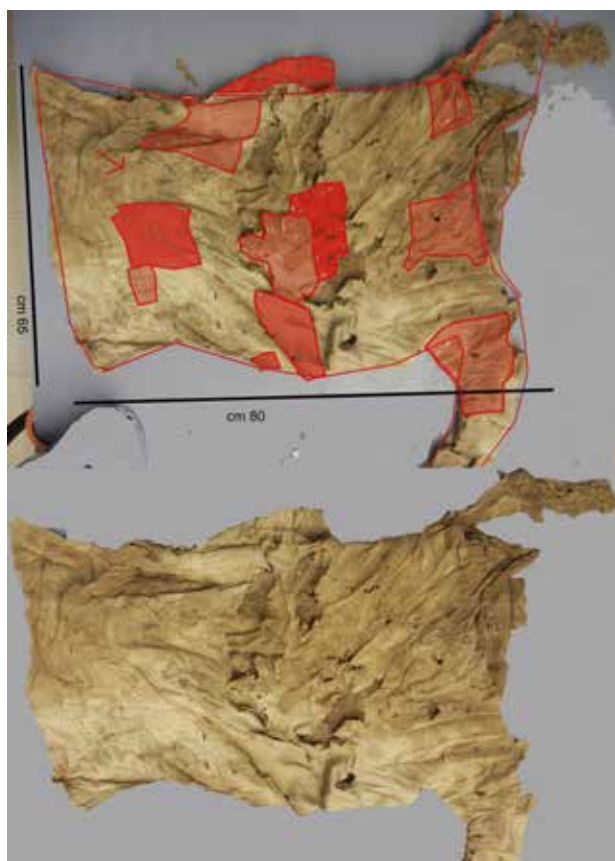


Fig. 5 US 26 sacco 63. Camicia femminile con rattoppi visibili ed evidenziati.



Fig. 6 Illustrazione di Anselmi: Mietrice di Monte San Vito, fine '700.

¹ A Roccapelago sono state recuperate quasi esclusivamente camicie, pochi gli abiti frammentari. Nella realtà di Monsampolo del Tronto, simile per tipologia di ritrovamento ma non per topografia sociale, sono stati recuperati abiti e camicie intere, ma senza maniche da attaccare, per questo motivo si pensa che le braccia fossero coperte dalla camicia in vista.

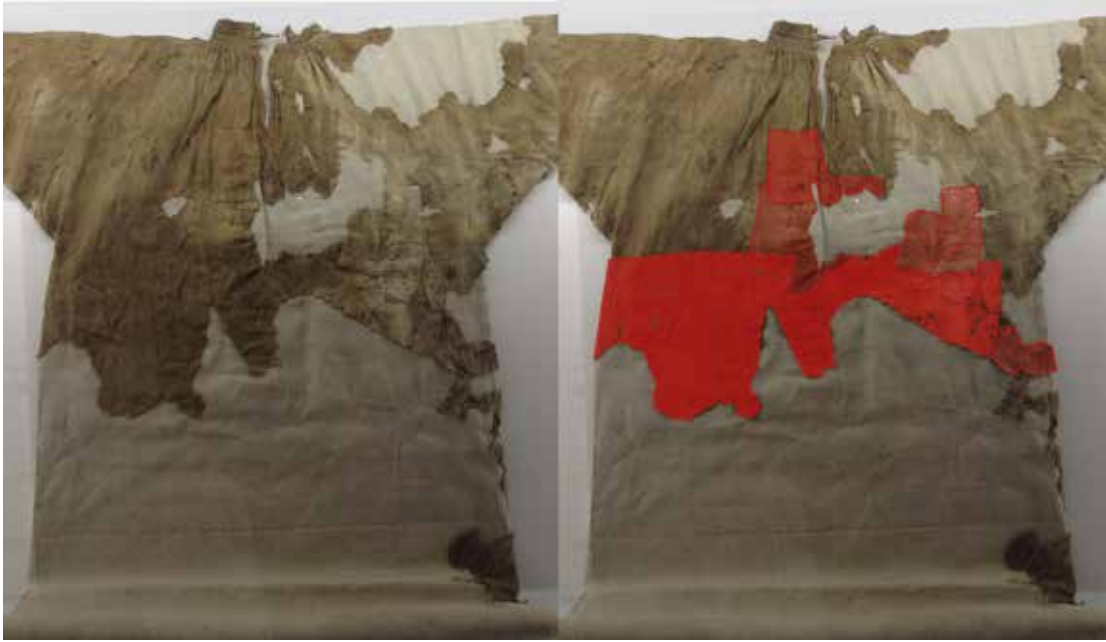


Fig. 7 US 23 sacco 45. Camicia maschile con rattoppi visibili ed evidenziati.

e danneggiare gli indumenti e che imponevano riparazioni continue.

La camicia maschile presa in esame mostra chiaramente diverse parti fragili (Fig. 7). Una differenza sostanziale e subito chiara è l'assenza di alterazione delle fibre nella zone inguinale, in favore di un logorio accentuato sul petto e sulle spalle. Queste zone erano più vulnerabili perché l'uomo indossava solo camicia e calzoni. Il lavoro di un contadino del Seicento e Settecento, richiedeva attività quali l'allevamento degli animali domestici, il lavoro nei campi, il vangare e seminare, la raccolta del grano, la caccia, il fare la legna per l'inverno, il mantenere l'abitazione; tutti lavori estremamente impegnativi dal punto di vista fisico, che mettevano a dura prova l'individuo e il suo abbigliamento.

I defunti a Roccapelago venivano abbigliati non solo con camicie, ma anche con calze lunghe fin sopra il ginocchio, le stesse che avevano utilizzato durante la loro vita. Tutte le calze analizzate erano di maglia di raso, alcune erano decorate con semplici punti decorativi, erano spesso

provviste di una maglia elastica in alto, *baghette* alla caviglia e solette alla pianta intercambiabili. Non è raro trovare calze con solette già cambiate, vere e proprie solette in maglia cucite attorno al piede; riparazioni sostanziali con l'intento di ricostruire interamente la maglia per colmare i buchi prodotti dall'uso, non sono state osservate. Il fenomeno dell'usura del tallone e della soletta, è ancora oggi evidente, nonostante la modernità ci abbia abituato all'utilizzo di scarpe comode e morbide.

I contadini del XVI-XVIII secolo utilizzavano spesso calzature confezionate con pelle dura, andavano scalzi oppure si servivano di zoccoli in legno, o scarpe prodotte con paglia. Le calze analizzate, erano tutte fornite di una sorta di rinforzo in tessuto grezzo cucito, probabilmente per rinforzare la calza e proteggere il piede; un'ulteriore ipotesi, più legata alla tecnologia produttiva, potrebbe essere individuabile nell'impossibilità di rimagliare la soletta alla calza (Fig. 8). La soletta è visibile in basso, ma ciò che sorprende è il tallone, foderato con un quadrato di stoffa



Fig. 8 US 23 ind 82. Talloni di calze di maglia con rattoppi visibili ed evidenziati.

montato trasversalmente per garantire una sorta di elasticità². È questa una prova importante riguardo al fatto che anche una semplice riparazione, non veniva operata in modo casuale, ma con una precisa logica funzionale.

Vanno infine spese alcune parole su altre azioni o abitudini, più o meno negative o positive, a cui un capo come la camicia poteva essere sottoposto. Ogni tanto, seppur molto raramente, questi indumenti dovevano essere lavati. Il bucato di una famiglia doveva certamente essere un avvenimento che richiedeva molta organizzazione. Quanto spesso venissero lavati gli abiti non lo sappiamo; molto probabilmente l'operazione ri-

chiedeva una certa organizzazione fra le diverse famiglie, per quanto riguardava l'individuazione e l'utilizzo del luogo dove lavare ed asciugare la biancheria. I luoghi di elezione per queste operazioni erano i lavatoi di paese e, se questi non potevano garantire uno spazio adeguato, si ricorreva ad aree più ampie nei pressi dei fiumi. Esistevano restrizioni, più o meno funzionali, per poter procedere con il bucato; in estate, ad esempio, le giornate e le energie venivano completamente assorbite da compiti più importanti, legati alle attività agricole; era quindi impensabile sottrarre tempo prezioso a queste vitali operazioni, direttamente collegate alla sussistenza della famiglia e della comunità. La biancheria voluminosa come le lenzuola, non la si poteva lavare in estate, quando scarseggiava l'acqua; né si poteva fare il bucato nei giorni prima di una festa per il timore che i capi lavati non si asciugassero per tempo; inoltre la necessità di lavare e stendere all'aperto era vincolata alla disponibilità di belle e soleggiate giornate; non era insomma una banalità riuscire a fare il bucato senza distrarre energie e tempo da altre attività più importanti.

Racconti orali delle anziane contadine toscane che ho avuto modo di raccogliere, descrivono piuttosto chiaramente come avveniva l'operazione del bucato prima dell'avvento degli elettrodomestici. Da questi racconti appare chiaro come le abitudini dei secoli passati si siano protratte lungamente fino a pochi decenni fa. Il lavaggio vero e proprio avveniva utilizzato un grande recipiente, munito di un foro di scolo in basso; gli indumenti e la biancheria venivano riposti in strati al suo interno, fra i quali veni-

² Il tessuto è composto da ordito e trama disposti perpendicolarmente, se si tenta di stirare lungo queste direttrici il tessuto, questo non cede; tirando in diagonale il tessuto si rilassa e diventa elastico, si parla in questo caso di "sbieco del tessuto".

va versata polvere di potassio o cenere. Veniva poi aggiunta acqua bollente, che si raccoglieva in basso e scolava attraverso il foro; questa operazione la si ripeteva più volte, allo scopo di ammorbidire e rendere facilmente asportabile lo sporco accumulato. Gli indumenti venivano poi rimossi e battuti con grandi mestoli piatti di legno, sfregati con spazzole e sbattuti violentemente contro muri o pietre. Successivamente i capi venivano sciacquati nell'acqua del lavatoio o del fiume. Durante il lavaggio, piuttosto aggressivo e violento, il tessuto poteva subire danni, diveniva quindi funzionale anche la scarsità delle operazioni di bucato effettuate che contribuiva a preservare il più possibile l'integrità dei tessuti (Fig. 9).



Fig. 9 US 26 sacco 14. Frammento di polso di camicia abraso all'interno con l'uso e l'abuso del lavaggio.

Questo particolare aspetto oramai non ci appartiene più, la modernità ci ha fatto abbandonare l'abitudine di osservare l'acqua sporca del lavaggio, dove potremmo vedere anche oggi le numerosissime fibre perse. Al giorno d'oggi, lo studio di questi processi dannosi, a livello industriale viene compiuto tramite prove meccaniche, chimiche e fisiche sui tessuti, i quali devono garantire la resistenza alla sfregatura, al calore, al la-

vaggio e al detergente, valutazioni empiriche che hanno più o meno consapevolmente compiuto anche gli antichi abitanti di Roccapelago, ogni giorno della loro vita.

Al giorno d'oggi siamo abituati ad utilizzare capi che, per legge, devono garantire la resistenza per almeno due anni di uso moderato; le camicie degli antichi contadini dovevano durare una vita intera e, anche se sui loro tessuti troviamo numerosissime riparazioni, la qualità del tessuto e delle cuciture erano di gran lunga più resistenti e di qualità, se le confrontiamo alle camicie del nostro tempo. Si può così concludere che i segni prodotti dall'utilizzo per una vita intera, osservati sulle camicie degli antichi abitanti di Roccapelago, dal XVI alla metà del XVIII secolo, sono tutti ascrivibili a motivate ragioni contingenti, dettate dalle abitudini e dalle tecnologie allora disponibili. Sarà utile, in futuro, confrontare queste osservazioni con quelle effettuabili su camicie e tessuti integri o non troppo frammentari, allo scopo di rivelare maggiori dettagli riguardo a questo importante aspetto della vita quotidiana che, grazie ai numerosissimi studi interdisciplinari messi in campo, stanno facendo via via riemergere la quotidianità dell'antica popolazione di Roccapelago.

Convegno
Le Mummie di Roccapelago 3.0: la rinascita degli antichi abitanti
attraverso cinque anni di studi

Ravenna, 24 marzo 2017

Università di Bologna-Campus di Ravenna, Dipartimento di Beni Culturali, Sala Conferenze
a cura di Stefano Benazzi, Elisabetta Cilli, Giorgio Gruppioni, Mirko Traversari

PROGRAMMA

Apertura del convegno

Giorgio Gruppioni

Introduzione

Donato Labate

Sessione I

Presiede

Marco Edoardo Minoja

Comunicazioni

Carla Figus- *Mortalità infantile a Roccapelago: tra analisi antropologiche ed archivi storici*

Mirko Traversari- *Nozze a Roccapelago, tra endogamia, esogamia ed isonimia*

Elisabetta Cilli - *Paleogenetica e paleodemografia degli antichi abitanti di Roccapelago*

Federico Lugli - *Dieta e pratiche di foraggiamento a Roccapelago: primi risultati dalle analisi degli isotopi stabili ed elementi in traccia*

Donata Luiselli - *Variabilità del microbiota e dieta nelle mummie di Roccapelago*

Sessione II

Presiede

Stefano Benazzi

Comunicazioni

Maria Grazia Bridelli - *Resistere al tempo: analisi fisicochimiche sui tessuti biologici delle mummie di Roccapelago*

Stefano Vanin - *Indagine morfologica e molecolare sui reperti entomologici di Roccapelago*

Thessy Schoenholzer Nichols - *“Uso e riutilizzo di indumenti”, camicie e calze delle mummie*

Sara Piciucchi, Enrico Petrella - *L'impiego dell'imaging radiologico mediante Tomografia Computerizzata per indagare le condizioni di vita ed i segni di malattia su 13 mummie naturali di Roccapelago*

Un piccolo borgo montano arroccato su uno sperone di roccia nell'Alto Appennino modenese e la scoperta, tanto fortuita quanto eccezionale, nella chiesa parrocchiale, di una cripta sepolcrale contenente i corpi, in parte mummificati, degli antichi abitanti della località. Questo lo scenario entro il quale si è sviluppato il progetto: *Storia e vita di una piccola comunità dell'Alto Appennino modenese tra il XVI e il XVIII secolo. Archeologia e antropologia: una ricerca interdisciplinare*, promosso dall'allora Soprintendenza per i Beni Archeologici dell'Emilia-Romagna e dal Dipartimento di Beni Culturali dell'Università di Bologna (Campus di Ravenna), con la collaborazione di numerose altre istituzioni scientifiche italiane e straniere.

L'eccezionale ritrovamento ha rappresentato un'occasione unica per la realizzazione di un progetto che, per l'approccio multidisciplinare adottato, i protocolli d'intervento elaborati e l'integrazione dei risultati perseguita, può costituire un vero e proprio progetto pilota, un modello di riferimento da applicare nel caso di ritrovamenti archeologici simili a quello di Roccapelago.

Nel presente volume vengono pubblicate le relazioni scientifiche degli ultimi due convegni sulle "Mummie di Roccapelago": il primo, *Le Mummie di Roccapelago: archeologia, antropologia e scienze applicate a confronto* (Modena, 15 febbraio 2014) e il secondo, *Le Mummie di Roccapelago 3.0: la rinascita degli antichi abitanti attraverso cinque anni di studi* (Ravenna, 24 marzo 2017).

I contributi scientifici che esso raccoglie spaziano dall'approfondimento degli aspetti storici della comunità di Roccapelago al vasto campo delle ricerche arqueo-antropologiche, arqueo-genetiche, paleopatologiche, paleonutrizionali e biodemografiche, dallo studio e ricostruzione dell'abbigliamento, agli aspetti conservativi e alla valorizzazione del sito.

Questa molteplicità e varietà delle ricerche condotte dimostrano l'enorme potenzialità scientifica multi e interdisciplinare che questo sito ha offerto e continua ad offrire insieme all'eccezionale interesse divulgativo che esso è stato in grado di suscitare nel pubblico.