

LA FLUOROSI A CUMA TRA L'ETÀ REPUBBLICANA E L'ETÀ AUGUSTEA (II secolo a.C. - I secolo d.C.) Un approccio multidisciplinare applicato ai resti umani cremati

Eliza ORELLANA-GONZÁLEZ ^{1,2,3*}, Marcella LEONE ⁴, Yannick LEFRAIS ², Stéphan DUBERNET ², Sacha KACKI ^{1,5}, Jean-Pierre BRUN ⁶, Priscilla MUNZI ⁴, Henri DUDAY ¹, Rémy CHAPOULIE ², Dominique CASTEX ¹

La fluorosi ossea è una patologia legata all'ingestione a lungo termine di dosi molto elevate di fluoro e può portare ad un aumento della densità ossea. Le eruzioni e il degassamento dei sistemi vulcanici sono le cause più comuni della contaminazione da fluoro delle acque sotterranee.

Gli scavi condotti nell'antica città di Cuma, situata nella regione vulcanica dei Campi Flegrei, hanno portato alla luce diverse decine di sepolture a cremazione, alcune delle quali riferibili ad individui con evidenti segni di intossicazione da fluoro. Questo studio presenta un approccio multidisciplinare, archeometrico e paleopatologico, applicato all'analisi dei resti umani cremati.

1 INTRODUZIONE

Il sito archeologico di Cuma ha una lunga storia di occupazione, dall'età del Bronzo finale al periodo basso medievale [1]. Gli scavi condotti dal Centre Jean Bérard nella necropoli della Porta Mediana delle fortificazioni settentrionali hanno portato alla luce numerose sepolture.

Lo studio dei resti umani permette di conoscere meglio i gruppi umani e le loro condizioni di vita, in particolare la relazione e l'impatto che il sistema vulcanico dei Campi Flegrei potrebbe aver avuto sulla loro salute. Lo studio antropologico delle sepolture secondarie a cremazione condotto da H. Duday ha evidenziato la presenza di fluorosi a Cuma identificando la patologia in base al peso eccessivo dei resti cremati.



Mapa della Campania (modificata da Munzi e Brun, 2011)

La fluorosi è un'intossicazione causata dall'eccessiva assimilazione di fluoro [2,3]. I sintomi principali possono essere visti sulle ossa attraverso la calcificazione dei tendini e dei legamenti [2,4,5] che si traduce in uno scheletro più pesante.

Il fluoruro viene assorbito nel corpo umano principalmente attraverso il consumo di acqua. Le cause più comuni di contaminazione da fluoruro delle acque sotterranee sono le eruzioni vulcaniche e il degassamento dai sistemi magmatici [6].

Questo studio si concentra sull'analisi di un corpus di sepolture secondarie a cremazione datate tra il II secolo a.C. e il I secolo d.C.



Complesso funerario 34009 (© Archivi CJB, CNRS-EFR)

2 MATERIALI & METODI

→ Impostazione ed elaborazione dei protocolli per lo studio archeometrico e paleopatologico.

CAMPIONAMENTO ¹⁴ ind.

Ind. non cremati

- La Caoune ⁰⁴ (Moux, Aude, Francia) (contesto non vulcanico)

Ind. cremati

- Cumes ⁰⁸ (contesto vulcanico)
- Ravenne (Italia) ⁰² (contesto non vulcanico)

+ tipi diversi di preparazione e 1 campione di suolo

A. STUDIO OSTEOLOGICO

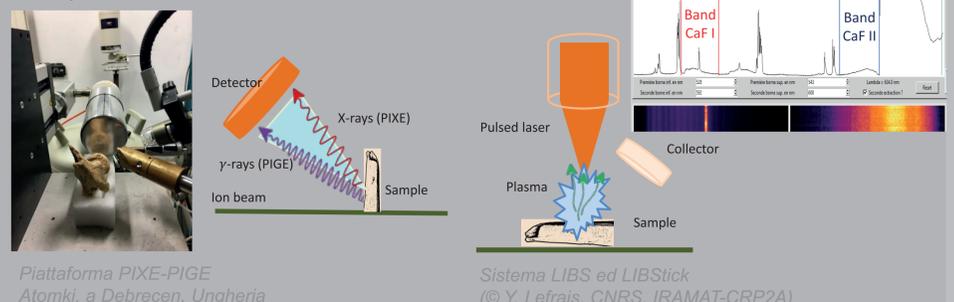
- Macro-osservazioni su 12 aree anatomiche identificate
- Mancanza di segni patognomici
- Processi di diagnostica differenziale dovrebbero essere considerate [2,3,6]



Studio antropologico di campioni di Cuma (CJB - Napoli)

B. MISURAZIONE E RILEVAZIONE DEL FLUORO

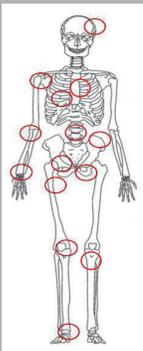
Strategia analitica non distruttiva con i metodi PIXE-PIGE e LIBS.



Piattaforma PIXE-PIGE Atomki, a Debrecen, Ungheria

Sistema LIBS ed LIBStick (© Y. Lefrais, CNRS, IRAMAT-CRP2A)

3 RISULTATI PRELIMINARI



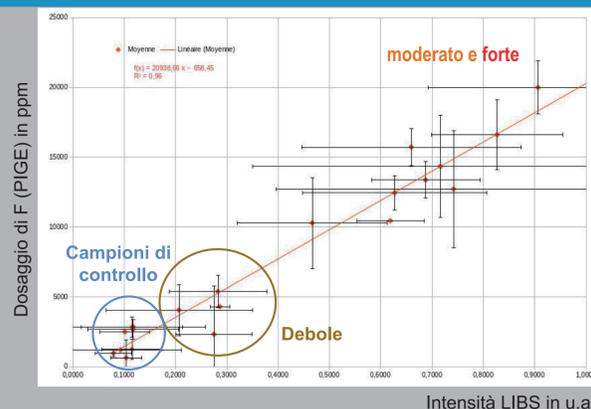
PROTOCOLLO DI PALEOPATOLOGIA:

- Ottimizzare la diagnosi per i resti cremati e frammentari.
- Categorie ben identificate di sospetto di fluorosi.

Categorie di sospetto della fluorosi

lesioni > 70%	Forte (3)
30% lesioni < 70%	Moderato (2)
lesioni < 30%	Debole (1)

Campioni di controllo Contesto non vulcanico



STUDIO ARCHEOMETRICO:

- Nessuna differenza significativa tra i diversi tipi di preparazione del campione.
- Entrambi i metodi applicati, PIXE-PIGE o LIBS, mostrano una forte correlazione con le osservazioni paleopatologiche.
 - Il campione di controllo non presenta sospetti di fluorosi e si caratterizza da concentrazioni e intensità di fluoro minori.
 - Gli individui cumani con debole sospetto di fluorosi formano un cluster diverso.
 - Tuttavia, le categorie che presentano un sospetto di fluorosi moderata e alta sembrano fondersi e richiedono ulteriori analisi e di un'osservazione più attenta per essere distinti.

4 DISCUSSIONE

- I nostri primi risultati mostrano che gli abitanti di Cuma, tra il II secolo a.C. e il I secolo d.C., mostrano alte concentrazioni di fluoro e lesioni patologiche molto probabilmente legate alla fluorosi ossea. Inoltre, la correlazione tra i dati archeometrici e paleopatologici è molto promettente, soprattutto per gli individui posti all'estremità dello spettro che corrispondono a soggetti che presentano un alto sospetto di fluorosi o che non presentano segni evidenti.
- Per quanto riguarda l'aspetto metodologico, questi primi risultati confermano la possibilità di continuare lo studio su campioni "grezzi" e quindi favorire un approccio non distruttivo.
- I nostri risultati PIGE sono paragonabili a quelli ottenuti da altri studiosi [2,3], anche se le loro ricerche si sono concentrate su resti provenienti da sepolture ad inumazione. L'applicazione innovativa del LIBS ha fornito risultati incoraggianti
- L'azione del fuoco sulla ritenzione a lungo termine del fluoro rimane un punto interrogativo.
- Lo studio paleopatologico ha prodotto una grande quantità di dati che speriamo possano aiutare a raffinare la diagnosi nonostante la natura frammentaria e spesso incompleta dei campioni.

5 CONCLUSIONI E PROSPETTIVE

- L'implementazione di protocolli metodologici e l'incrocio dei dati hanno già prodotto risultati positivi e incoraggianti.
- Ulteriori acquisizioni permetteranno lo sviluppo di una curva di calibrazione più robusta tra i risultati PIXE-PIGE e LIBS e quindi l'accesso a risultati quantitativi per LIBS.
- Questo studio è la prima tappa di un'analisi su larga scala che mira a quantificare gli effetti intossicanti del fluoro negli abitanti di Cuma tra il periodo tardo-repubblicano e imperiale. A lungo termine, l'obiettivo è quello di valutare la relazione tra la popolazione studiata e il suo ambiente, e quindi di aprirsi a riflessioni nel campo dell'ecotossicologia storica.
- I risultati saranno confrontati con le analisi fatte su un campione di sepolture a cremazione provenienti da Pompei, per il quale non vi è alcun sospetto a priori di fluorosi. Le possibili differenze tra i siti dell'arco vulcanico campano (ossia le diverse strategie di approvvigionamento di acqua potabile) possono quindi essere discusse.

Ringraziamenti: Questa ricerca è finanziata da un contratto di dottorato della École française de Rome. Le analisi PIXE-PIGE sono state finanziate dal progetto IPERION CH. Ringraziamo per la collaborazione Zita Szikszai, Zsófia Kertész, Boglárka Dönczö, Ákos Csepregi e Enikő Furu (Atomki, Debrecen - Ungheria).

Citazioni: [1] Munzi, P., & Brun, J. P. (2011). Cumes (Italie). Les fouilles du Centre Jean-Bérard 2000-2010. *Revue archéologique*, (Fasc. 1), 147-172. [2] Littleton, J. (1999). Paleopathology of skeletal fluorosis. *American Journal of Physical Anthropology: The Official Publication of the American Association of Physical Anthropologists*, 109(4), 465-483. [3] Nelson, E. A., Halling, C. L., & Buikstra, J. E. (2019). Evidence of Skeletal Fluorosis at the Ray Site, Illinois, USA: a pathological assessment and discussion of environmental factors. *International journal of paleopathology*, 26, 48-60. [4] Ayoob, S., & Gupta, A. K. (2006). Fluoride in drinking water: a review on the status and stress effects. *Critical reviews in environmental science and technology*, 36(6), 433-487. [5] Petrone, P., Guarino, F. M., Giustino, S., & Gombos, F. (2013). Ancient and recent evidence of endemic fluorosis in the Naples area. *Journal of Geochemical Exploration*, 131, 14-27. [6] Walsler, J. W., Gowland, R. L., Desnica, N., & Kristjansdóttir, S. (2020). Hidden dangers? Investigating the impact of volcanic eruptions and skeletal fluorosis in medieval Iceland. *Archaeological and Anthropological Sciences*, 12(3), 1-23.

Affiliazione degli autori:

- (1) Univ. de Bordeaux, CNRS, PACEA, UMR 5199, Pessac, Francia
(2) Univ. Bordeaux Montaigne, IRAMAT-CRP2A, UMR 5060, Pessac, Francia
(3) École française de Rome, Roma, Italia

- (4) Centre Jean Bérard, USR 3133 CNRS-EFR, Napoli, Italia
(5) Department of Archaeology, Durham University, Regno Unito
(6) Collège de France, Parigi, Francia

* Autore corrispondente:

eliza.orellana-gonzalez@u-bordeaux.fr

