



2. Frammenti di ecologia neolitica: i dati isotopici della Grotta Rifugio (Oliena, Sardegna orientale)

LUCA LAI¹, ORNELLA FONZO², LUCA MEDDA³, TAMSIN O'CONNELL⁴, ETHAN GODDARD, DAVID HOLLANDER⁵, GIUSEPPA TANDA⁶

Principi, contesto, materiali. L'approccio isotopico all'indagine delle diete preistoriche è ormai un metodo maturo e affermato in altri paesi; in Italia, si è sviluppato, dopo alcuni episodi precoci, soprattutto nell'ultimo decennio. In sostanza, si tratta di sfruttare il fatto che i cibi consumati posseggono una firma chimica specifica, la quale, in condizioni favorevoli alla conservazione dei tessuti sintetizzati con i macronutrienti assunti, può conservare dati importanti a stimare i cibi d'origine. Il tessuto più utilizzato, più affidabile, ma che riflette in maniera preponderante l'apporto di proteine, è il collagene (Ambrose 1993). La porzione minerale dell'osso riflette in modo più equilibrato l'intera dieta (Jim et al. 2004), tuttavia non possiede parametri netti che ne assicurino la genuinità, per cui permangono dubbi riguardo la possibilità di alterazione, che necessitano maggiore cautela (Berna et al. 2004; Lee-Thorp and Sponheimer 2003).

A causa della distanza isotopica di diversi ecosistemi, è generalmente più semplice cogliere la presenza nella dieta di proteine d'origine marina e derivate da piante C4, mentre è meno semplice comprendere la proporzione relativa di proteine d'origine vegetale e animale nel contesto di ecosistemi temperati dominati da piante C3, laddove non vi siano punti di riferimento isotopici anche al livello trofico dei vegetali e degli animali consumati. Per dettagli sul metodo di preparazione campioni e principi generali di spettrometria di massa, vedi Tykot (2004) e Lai (2008); preparazione e analisi isotopiche sono state effettuate presso il Dorothy

¹ Dept. of Anthropology, University of South Florida (U.S.A.); Dip. di Storia, Beni Culturali e Territorio, Università di Cagliari; email: melisenda74@yahoo.it

² Laboratorio di Osteologia, Museo Civico Genna Maria, Villanovaforru (VS); email: ornellafonzo@virgilio.it

³ Dip. di Scienze Chimiche e Geologiche, Università di Cagliari; email: lmedda@unica.it

⁴ McDonald Institute for Archaeological Research, Dorothy Garrod Laboratory; email: tco21@cam.ac.uk

⁵ College of Marine Science, Paleolab, University of South Florida (U.S.A.); email: egoddard@mail.usf.edu, davidh@marine.usf.edu

⁶ Centro Interdipartimentale per la Preistoria e la Protostoria del Mediterraneo (CIPPM), Università di Cagliari; email: gtanda@unica.it

Garrod Lab, McDonald Institute, University of Cambridge, e il Paleolab, University of South Florida⁷.

In relazione a questa linea di ricerca, si presentano qui i risultati delle analisi ($\delta^{15}\text{N}$, $\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{18}\text{O}$) sui campioni umani ed animali di collagene ad apatite ossei della Grotta Rifugio (Oliena), indagata da Paolo Biagi negli anni Settanta (Agosti et al. 1980; Biagi 1978), e attribuita, sulla base della cultura materiale, al neolitico medio, nella facies locale di Bonu Ighinu. Sulla base dello studio preliminare effettuato da Agosti (1980) la collezione faunistica risultava dominata dalle specie selvatiche, con grande prevalenza di prolaghi; gli unici resti domestici appartenevano a quattro individui di *Ovis vel Capra* e a uno di *Bos*. Tra i resti faunistici rinvenuti commisti ai resti umani, studiati invece da Germanà (1981), è stato identificato un resto apparentemente di suino ed uno di canide, che seppure scarsi allargano e completano la rappresentazione della gamma di specie domestiche disponibili, e sono stati anche sottoposti ad analisi di isotopi stabili.

Dal punto di vista ambientale, i pochi dati disponibili provenienti dai carboni studiati da Castelletti (Agosti et al. 1980) indicano una vegetazione mista di transizione tra la mediterranea, con arbusti e lecci adattati a estati secche, e elementi di una foresta di tipo più montano, che annoverava, ad esempio, il pino silvestre e l'acero.

Completa il rinnovato quadro una data AMS recente (Luglié, comunicazione personale) ottenuta dai resti umani, che li collocherebbe nel neolitico antico avanzato, facendone potenzialmente il materiale osseo più antico della preistoria sarda da cui si siano tratte informazioni paleonutrizionali. In realtà, questa datazione apre ulteriori problemi piuttosto che chiuderli, considerando che le ossa, in giacitura secondaria, potrebbero appartenere a diversi periodi, ed andrebbero sottoposte a un programma di datazione comprensiva che si avvicini quanto più possibile alla totalità degli individui identificabili.

Fatta questa premessa, va nuovamente sottolineato che, nonostante lo scarso numero di individui (nove umani, tre animali), i risultati qui presentati consentono di intuire alcuni elementi di paleoecologia, che andranno chiaramente verificati con la ricerca futura con numeri più consistenti che riflettano questo ed altri siti contemporanei. Mentre i nove individui umani sono stati campionati selezionando la diafisi di ciascun radio sinistro, allo scopo di indagare anche l'eventuale presenza di differenze legate al sesso degli individui sono stati campionati anche i tre resti cranici disponibili, che quindi non aumentano il NMI totale, potendo essere pertinenti ad alcuni dei radii suddetti.

Risultati. Una misura preliminare e parziale del buono stato di conservazione dei resti può essere rappresentata dalla resa del collagene in rapporto al peso dell'osso intero: per gli umani,

⁷ Finanziamento delle analisi: Isaac Newton Trust e McDonald Institute for Archaeological Research, Università di Cambridge; Regione Autonoma della Sardegna.

la media è di 6.9%; per gli animali, di 15.3% (range in tab. I). Considerando l'ampia varietà di microambienti e di conservazione in contesti sepolcrali sia in grotta naturale che in tombe, il successo nell'estrazione di collagene da tutti gli individui costituisce un risultato notevole. Inoltre, tutti i campioni avevano un rapporto C:N nel range ottimale, ed estremamente costante, di 3.2 (Ambrose 1990).

Riguardo i valori isotopici umani, si sono calcolati i seguenti valori medi: $\delta^{15}\text{N} = 9.7 \pm 1.1\text{‰}$; $\delta^{13}\text{C}_{\text{coll}} = -19.4 \pm 0.4\text{‰}$; $\delta^{13}\text{C}_{\text{apa}} = -14.8 \pm 0.8\text{‰}$; $\delta^{18}\text{O}_{\text{apa}} = -5.4 \pm 0.8\text{‰}$ (range ricavabili in tab. I, con tutti i valori individuali). Si tratta di valori nel complesso stabilmente inseriti in un contesto ecologico basato su piante C3, come atteso. I valori dei quattro individui animali sono ugualmente in tab. I.

I valori isotopici (C, O) dell'apatite del carbonato osseo presentano un alto potenziale di alterazione, per gli scambi ionici tra matrice ossea e matrice del suolo, e per possibili fenomeni di ricristallizzazione differenziale. Tale possibilità è stata indagata tramite spettroscopia a infrarossi (FTIR) presso il Dip. di Scienze Chimiche e Geologiche, Università di Cagliari, con strumentazione gentilmente concessa da Sardegna Ricerche, con la misurazione dell'assorbanza a diverse lunghezze d'onda, e il calcolo dell'indice di cristallinità (CI) e del rapporto carbonato/fosfato (C/P) (Shemesh 1990); per quanto anche questi indicatori non offrano una garanzia assoluta di mancanza di alterazione isotopica (Weiner 2010), per lo meno possono mostrare se vi siano distribuzioni chiare e correlazioni con i valori isotopici, tali da far ipotizzare una netta direzione di contaminazione.

Tab. I. Campioni, valori isotopici, parametri diagenetici.

# lab coll	# lab apat	# inv originale	specie	Sexo	$\delta^{13}\text{C}_{\text{coll}}$	$\delta^{15}\text{N}$	$\delta^{13}\text{C}_{\text{apa}}$	$\delta^{18}\text{O}_{\text{apa}}$	$\delta^{13}\text{C}_{\text{coll-apa}}$	CI	Fluor	C/P	Resa coll %	Resa apa %
988	1000	GR.T1	Homo s.s.	♂	-19.8	8.7	-15.4	-5.0	-4.3	3.41	Spalla min	0.06	1.1	23.3
989	1001	GR.T2	Homo s.s.	♂	-19.6	10.9	-13.2	-7.2	-6.3	3.55	No	0.08	6.7	27.1
990	1002	GR.T3	Homo s.s.	♀	-19.6	8.5	-15.1	-4.8	-4.5	4.36	No	0.22	11.4	30.0
979	991	GR.q.dx	Homo s.s.	♀?	-19.6	8.2	-15.7	-6.1	-3.9	4.31	No	0.21	15.7	30.2

# lab coll	# lab apat	# inv originale	specie	Sesso	$\delta^{13}\text{C}$ coll	$\delta^{15}\text{N}$	$\delta^{13}\text{C}$ apa	$\delta^{18}\text{O}$ apa	$\delta^{13}\text{C}$ coll-apa	CI	Fluor	C/P	Resa coll %	Resa apa %
980	992	GR.b.dx	Homo s.s.	♂?	-19.6	10.6	-15.1	-5.5	-4.4	3.64	No	0.14	5.5	23.1
981	993	GR.g.dx	Homo s.s.	♂?	-19.4	10.6	-15.4	-4.6	-4.0	3.68	Spalla min	0.08	2.6	29.3
982	994	GR.d.dx	Homo s.s.	♂?	-18.7	11.1	-15.0	-5.7	-3.7	4.71	No	0.08	0.8	25.3
983	995	GR.c.dx	Homo s.s.	♂?	-18.9	10.3	-14.7	-5.4	-4.3	4.87	No	0.13	8.6	22.5
984	996	GR.f.dx	Homo s.s.	Indet.	-19.5	8.8	-14.6	-4.9	-4.9				8.8	19.3
985	997	GR.a.dx	Homo s.s.	Indet.	-20.0	9.2	-14.5	-6.8	-5.5	4.88	No	0.13	17.0	40.5
986	998	N.N.	Homo s.s.	Indet.	-19.8	8.4	-13.0	-4.0	-6.8	4.35	No	0.07	2.8	41.5
987	999	GR.e.dx	Homo s.s.	♂?	-19.4	10.0	-15.0	-5.2	-4.4	4.38	No	0.12	1.4	24.8
1003	1007	s.1	Sus s.	Indet.	-21.9	5.6	-15.8	-7.4	-6.0	3.33	no	0.12	13.7	25.8
1004	1008	oc.1	Ovis/ Capra	Indet.	-20.4	4.5	-13.9	-3.1	-6.5	3.25	No	0.20	7.7	16.3
1005	1009	oc.2	Ovis/ Capra	Indet.	-20.2	4.1	-13.9	-6.9	-6.2	3.62	No	0.12	20.2	35.1
1006	1010	GR.p.sn	Canis familiaris	Indet.	-19.8	8.0	-13.4	-7.6	-6.5	3.48	No	0.07	19.8	42.4

Il grafico in Fig. 1 mostra il rapporto C/P e CI; in presenza di condizioni tafonomiche simili e direzioni diagenetiche omogenee, essi tendono ad essere inversamente proporzionali, come osservato in altri gruppi dell'età del rame sarda (Santa Caterina di Pittinuri, Scaba 'e Arriu).

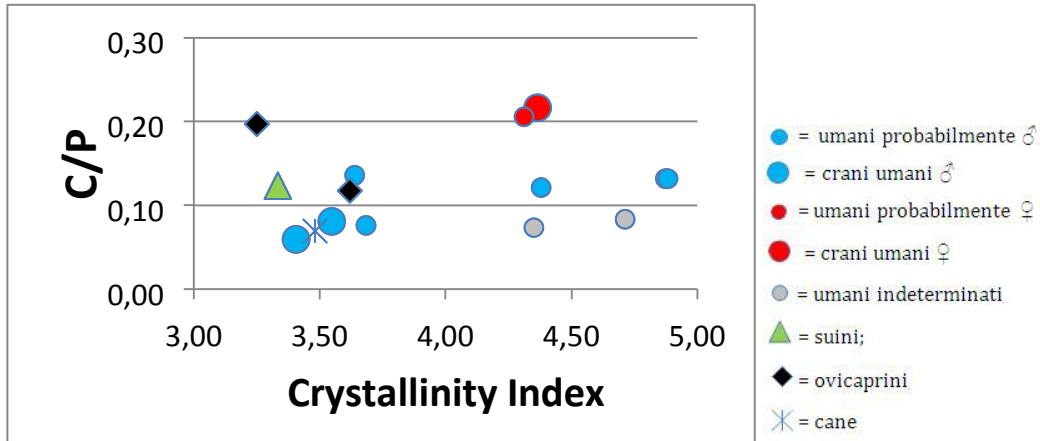


Fig. 1. Grafico a nube di punti del rapporto C/P vs. CI (indice di cristallinità) del carbonato dell'apatite ossea.

In questo caso, si osserva al contrario una marcata disomogeneità e assenza di distribuzioni interpretabili in modo lineare, a parte un minore CI negli animali, pure osservato nei medesimi due siti di confronto. Questo è probabilmente da attribuire a percorsi diagenetici del tutto distinti (e.g. Nielsen-Marsh and Hedges 2000) per la fauna e per i resti umani, presumibilmente associati alla cottura e alla rimozione dei tessuti molli per i primi, alla decomposizione per i secondi.

L'apparente distribuzione in due gruppi in base al CI corrisponde solo parzialmente ai gruppi identificati in base al $\delta^{15}\text{N}$ (vedi sotto), con cristallinità maggiore per il gruppo con $\delta^{15}\text{N}$ meno arricchito. Questo potrebbe fornire supporto alla tesi che vi siano gruppi distinti di resti umani appartenenti a diverse fasi, separati da una permanenza in un diverso ambiente tafonomico oppure da uno iato temporale, e finiti nello stesso deposito archeologico secondario; di tali fasi, una potrebbe essere pertinente ai marcatori di cultura materiale (neolitico medio), un'altra alla datazione AMS ancora inedita (neolitico antico avanzato).

Discussione. Poiché il $\delta^{13}\text{C}_{\text{coll}}$ è poco indicativo riguardo il livello trofico in ecosistemi terrestri C3, i valori $\delta^{15}\text{N}$ umani divengono il dato chiave; questi mostrano un intervallo relativamente ampio rispetto a quelli della fauna, indicando un consumo medio di proteine animali piuttosto

Rifugio aveva una dieta in cui prevalevano nettamente le proteine, e più in generale i prodotti animali. Questo, presumendo che sia un dato affidabile, può essere legato alla geografia e all'ecologia del territorio montano circostante, ma oltre a questo probabilmente riflette tradizioni e pratiche culturali legate alla produzione e consumo del cibo, che non sono rigidamente determinate dall'ambiente, come suggerisce la variabilità nei suddetti siti di confronto, che non corrisponde a precisi fattori geomorfologici e altitudinali.

Un confronto con altri siti del neolitico antico e medio studiati in Europa continentale, sia sul versante mediterraneo che transalpino (Dürrewächter et al. 2003; Le Bras-Goude et al. 2006a; Le Bras-Goude et al. 2006b; Le Bras-Goude et al. 2010; Lelli et al. 2012) non fornisce alcun contesto con l'intervallo $\delta^{15}\text{N}$ tra umani da una parte, e ovicaprini o bovini dall'altra, paragonabile a quello della Grotta Rifugio: infatti, tutti sono uguali o minori di 4.3‰, a eccezione dell'intervallo umani-ovicaprini di Fontbrégoua, che comunque rimane ben al di sotto del 5.0‰ (Le Bras-Goude et al. 2010).

Un altro elemento da sottolineare, fino a prova contraria alla coerenza del gruppo di resti ossei, consiste nella forte variabilità interna dei valori $\delta^{15}\text{N}$. Misurata con la deviazione standard, tale variabilità è maggiore di quasi tutti i gruppi sardi preistorici collocabili tra il neolitico recente e l'età del rame antico (dall'inizio del IV all'inizio del III mill. a.C.). Infatti, in questi gruppi (dieci, ad eccezione di uno costituito da soli tre individui) la deviazione standard va da ± 0.3 a ± 0.8 , laddove quella del gruppo Grotta Rifugio è di ± 1.1 . Valori intorno al ± 0.8 e oltre tornano ad essere normali soltanto negli ultimi secoli del III mill. a.C., in coincidenza con la fase campaniforme ed il bronzo antico. Questo modello di cambiamento della compattezza interna delle diete corrisponde perfettamente ai modelli relativi all'organizzazione sociale, che alla fine del neolitico e durante l'età del rame assume un'impronta fortemente comunitaria (Cocchi Genick 2004), come desunto, tra gli altri elementi, anche dal rituale collettivo delle tombe, in cui l'identità del singolo si fonde nella comunità ancestrale delle ossa indistinte. Nella fase ancora antica del neolitico della Grotta Rifugio, il legame al territorio non si è ancora sostanzialmente creato nella creazione di luoghi e gruppi coesi e tenuti insieme da un forte spirito di gruppo, ma potrebbe ancora riflettere effetti di una fase pionieristica e di fondazione che ancora non ha elaborato valori comunitari radicati in vaste aree.

Sulla variabilità legata al sesso, imperfetta proxy per il gender, spesso sfuggente in ambito archeologico, c'è poco da elaborare, visti i numeri minimi: è comunque un dato di fatto che gli individui con maggiore consumo di proteine animali appaiono tutti di sesso maschile, mentre l'unica donna identificata con certezza ha valori $\delta^{15}\text{N}$ tra i meno carnivori (il cranio femminile, tra l'altro, ha valori virtualmente identici al radio femminile, lasciando aperta la possibilità dell'appartenenza al medesimo individuo). Il fatto che gli individui del cluster maschile, con valori $\delta^{15}\text{N}$ più alti, facciano ricostruire per loro un altissimo apporto proteico animale potrebbe derivare da una forte divisione dei ruoli tra i sessi, ma anche in parte derivare da caratteristiche fisiologiche distinte (Fuller et al. 2004).

Un'ulteriore osservazione riguardo i pochi esemplari animali: l'unico suino mostra $\delta^{13}\text{C}_{\text{coll}}$ distante da valori umani, lasciando presumere una dieta poco compatibile con una gestione a stretto contatto con gruppi umani stanziali, ma invece più legata ad ambienti forestali. Questo fa propendere per l'identificazione dell'individuo o come esemplare domestico ma allevato allo stato brado, oppure come un esemplare di un gruppo che ha già intrapreso fenomeni di feralizzazione e quindi più assimilabile al cinghiale. Non si può chiaramente escludere che l'animale provenisse da aree relativamente lontane, possibilità ampiamente suggerita dai confronti etnografici ma anche, più di recente, proprio su base isotopica.

Il grafico in Fig. 3 mostra i valori $\delta^{13}\text{C}_{\text{apa}}$ e $\delta^{18}\text{O}_{\text{apa}}$. I valori di alcuni animali corrispondono entro certi limiti a diverse caratteristiche fisiologiche tipiche di ciascuna specie, in parte derivano probabilmente da fattori ambientali o ulteriori fattori fisiologici specifici all'individuo, quali gravidanze e allattamento sia attivo che passivo, non sempre di facile lettura visti i ridottissimi numeri di individui analizzati. I suini, ad esempio, tendono a presentare $\delta^{18}\text{O}_{\text{apa}}$ impoverito, mentre gli ovini negli altri siti preistorici sardi indagati tendono ad essere arricchiti. Sicuramente il $\delta^{13}\text{C}_{\text{apa}}$ del suino, più impoverito del consueto, sembra corrispondere a un $\delta^{13}\text{C}_{\text{coll}}$ ugualmente impoverito in modo anomalo.

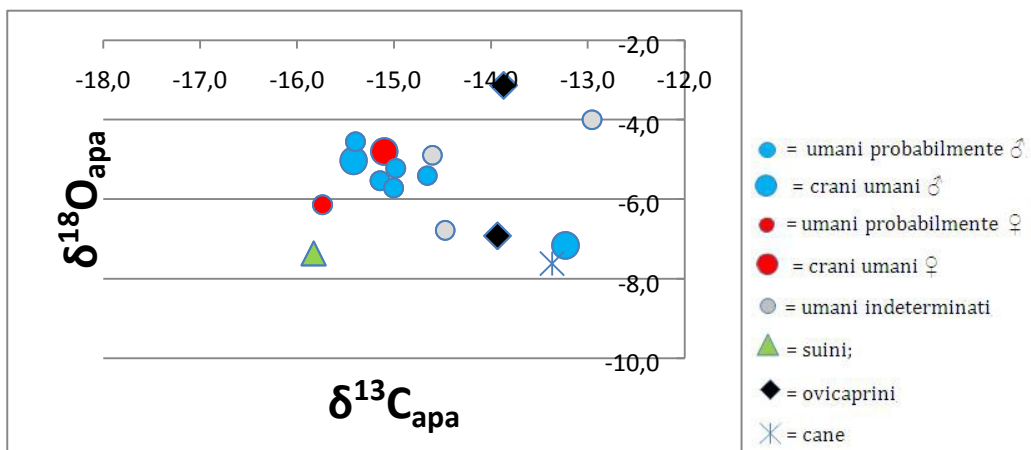


Fig. 3. Grafico a nube di punti di $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{18}\text{O}$ dell'apatite.

I valori umani appaiono compatti, ad eccezione di due individui con $\delta^{13}\text{C}_{\text{apa}}$ meno negativo e con $\delta^{18}\text{O}_{\text{apa}}$ non nettamente distinto dal gruppo ma comunque con valori estremi sia in negativo che in positivo. La loro dieta e/o residenza aveva qualcosa di differente dal resto del gruppo, ma senza distanziarsene più di tanto; la ricerca di correlazioni con CI e C/P non ha portato ad alcuna traccia interpretativa.

Anche il grafico in Fig. 4, che riporta ancora il $\delta^{15}\text{N}$, stavolta però messo in relazione all'intervallo $\delta^{13}\text{C}_{\text{apa-coll}}$, non mostra tendenze chiare: i due valori dovrebbero essere in parte correlati essendo entrambi dipendenti dalla quantità di prodotti animali nella dieta, ma a parte gli animali, che presentano come atteso un intervallo più ampio, gli umani hanno effettivamente un intervallo molto ridotto, come previsto in considerazione della stima di consumo di proteine animali notevole, desunta dal $\delta^{15}\text{N}$. Alcuni individui di sesso indeterminato, e soprattutto uno dei crani maschili, hanno $\delta^{15}\text{N}$ alto ma ampio intervallo $\delta^{13}\text{C}_{\text{apa-coll}}$. Si suggerisce, come ipotesi da verificare, che questo possa essere legato a una diversa origine dei grassi (Copley et al. 2003), e quindi, ad esempio, al consumo di suini piuttosto che di carne e/o prodotti secondari di ruminanti; qualunque ne sia l'origine, va notato che anche il cane mostra un simile ampio intervallo $\delta^{13}\text{C}_{\text{apa-coll}}$.

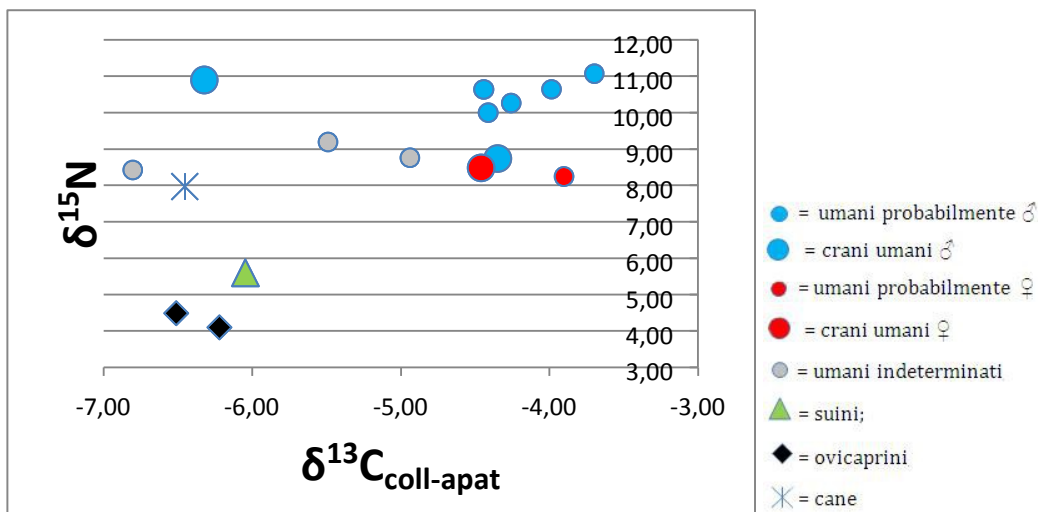


Fig. 4. Grafico a nube di punti del $\delta^{15}\text{N}$ e dell'intervallo $\delta^{13}\text{C}_{\text{apa-coll}}$.

Infine, un confronto della media dei valori $\delta^{18}\text{O}_{\text{apa}}$ con quelli noti da altri siti sardi preistorici fa registrare un maggiore impoverimento, cosa compatibile con l'altitudine e/o anche con la ricostruzione di un clima di fine neolitico antico e soprattutto del neolitico medio più piovosa rispetto ai periodi successivi (va infatti tenuto conto che la maggior parte degli altri gruppi umani analizzati provengono da aree pianeggianti o di collina).

Conclusioni. In sintesi, in questa comunicazione abbiamo reso noto i risultati dello studio isotopico dei resti umani della Grotta Rifugio. Mentre il collagene è risultato in condizioni quantitative e qualitative ottime, lo studio dell'apatite tramite FTIR ha rivelato alcune difficoltà

interpretative; si avanza la necessità di un programma di datazione completo per verificare la compatibilità dell'intera collezione studiata alla medesima fase.

Analizzando il gruppo come un'unità, si è sottolineato come l'intervallo $\delta^{15}\text{N}$ tra umani e animali suggerisca una dieta tra le più carnee finora documentate per l'età neolitica; la variabilità di $\delta^{15}\text{N}$ ne farebbe un gruppo non internamente omogeneo come invece registrato per le età successive fino all'avvento del campaniforme. I valori indicanti una dieta fortemente dipendente da proteine animali sono tutti pertinenti a individui maschi, mentre diete parzialmente diverse per pochi individui e specifiche condizioni per gli animali sono ipotizzate, sulla base di $\delta^{15}\text{N}$ e $\delta^{13}\text{C}_{\text{apa}}$; infine, non si esclude la mobilità come origine di alcuni valori incoerenti con il gruppo.

Bibliografia

AGOSTI, F.; BIAGI, P.; CASTELLETTI, L.; CREMASCHI, M.; GERMANÀ, F. (1980) - Grotta Rifugio di Oliena (Nuoro): caverna ossario neolitica. *Rivista di Scienze Preistoriche* 35(1-2):75-124.

AMBROSE, S. H. (1990) - Preparation and characterization of bone and tooth collagen for isotopic analysis. *Journal of Archaeological Science* 17(4):431-451.

AMBROSE, S. H. (1993). Isotopic analysis of paleodiets: methodological and interpretive considerations. In: Sandford M.K. (editor), *Investigations of ancient human tissue: chemical analyses in anthropology*: 59-130. Langhorne: Gordon and Breach Scientific.

BERNA, F.; MATTHEWS, A.; WEINER, S. (2004) - Solubilities of bone mineral from archaeological sites: the recrystallization window. *Journal of Archaeological Science* 31:867-882.

BIAGI, P. (1978). La Grotta Rifugio di Oliena. Sardegna centro-orientale: dal Neolitico alla fine del mondo antico Nuoro, Museo civico speleo-archeologico Mostra in occasione della XXII Riunione scientifica dell'Istituto italiano di preistoria e protostoria 11-15. Sassari: Dessi.

COCCHI GENICK, D. (2004) - Considerazioni sull'ideologia religiosa nell'Eneolitico italiano. *Bullettino di Paleologia Italiana* 95:83-126.

COPLEY, M. S.; BERSTAN, R.; D UDD, S. N.; D OCHERTY, G.; M UKHERJEE, A. J.; S TRAKER, V.; P AYNE, S.; EVERSLED, R. P. (2003) - Direct chemical evidence for widespread dairying in prehistoric Britain. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 100(4):1524-1529.

DÜRRWÄCHTER, C.; CRAIG, O. E.; TAYLOR, G.; COLLINS, M. J.; BURGER, J.; ALT, K. W. (2003) - Ernährungsrekonstruktion in neolithischen Populationen anhand der Analyse stabiler

Isotope: Trebur (HST/GG) und Herxheim (spate LBK). *Berichte der Kommission für Archäologische Landesforschung in Hessen* 7:43-53.

- FLORIS, R.; MASCIA, F.; SONEDDA, E.; SARIGU, M.; LAI, L.; O'CONNELL, T.; MONTISCI, M.; ZUNCHEDDU, M. (2013) - Bioanthropological analysis of the individuals buried in the multi-layered tomb of Bingia 'e Monti (Gonnostramatza - OR - Sardinia): first results. *Journal of Biological Research* 85(1):186-189.
- FONZO, O.; LAI, L.; O'CONNELL, T. (forthcoming) - Offerte animali nella tomba ipogeica prenuragica di Padru Jossu presso Sanluri (VS). *Bollettino di archeologia Online*.
- FULLER, B. T.; FULLER, J. L.; SAGE, N. E.; HARRIS, D. A.; O'CONNELL, T. C.; HEDGES, R. E. M. (2004) - Nitrogen balance and $\delta^{15}\text{N}$: why you're not what you eat during pregnancy. *Rapid Communications in Mass Spectrometry* 18:2889-2896.
- GERMANÀ, F. (1981) - Forme umane medioneolitiche dalla grotta Rifugio di Oliena (Nuoro). *Antropologia e paleopatologia. Quaderni di Scienze Antropologiche* 6:5-68.
- JIM, S.; AMBROSE, S. H.; EVERSLED, R. P. (2004) - Stable carbon isotopic evidence for differences in the dietary origin of bone cholesterol, collagen and apatite: Implications for their use in palaeodietary reconstruction. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 68(1):61-72.
- LAI, L. (2008). The interplay of economic, climatic and cultural change investigated through isotopic analyses of bone tissue: the case of Sardinia 4000-1900 BC [Ph.D. dissertation]. Tampa: University of South Florida.
- LAI, L.; FONZO, O.; TYKOT, R. H.; GODDARD, E.; HOLLANDER, D. (2011). Le due comunità di Scaba 'e Arriu (Siddi). Risorse alimentari nella Sardegna del III millennio a.C. indagate tramite analisi isotopiche di tessuti ossei. Studio antropologico dei reperti umani. Atti della XLIII Riunione Scientifica Istituto Italiano di Preistoria e Protostoria, Bologna (Italy), 26-29 november 2008: 401-408. Bologna (Italy): Istituto Italiano di Preistoria e Protostoria.
- LE BRAS-GOUDE, G.; BILLY, I.; CHARLIER, K.; LOISON, G. (2006a) - Contribution des méthodes isotopiques pour l'étude de l'alimentation humaine au Néolithique moyen méridional: le cas du site Chasséen ancien du Crès (Béziers, Hérault, France). *Antropo* 11:167-175.
- LE BRAS-GOUDE, G.; BINDER, D.; FORMICOLA, V.; DUDAY, H.; COUTURE-VESCHAMBRE, C.; HUBLIN, J.-J.; RICHARDS, M. P. (2006b) - Stratégies de subsistance et analyse culturelle de populations néolithiques de Ligurie: approche par l'étude isotopique ($\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$) des restes osseux. *Bulletin et Mémoires de la Société d'Anthropologie de Paris* 18(1-2):43-53.
- LE BRAS-GOUDE, G.; BINDER, D.; ZEMOUR, A.; RICHARDS, M. P. (2010) - New radiocarbon dates and isotope analysis of Neolithic human and animal bone from the Fontbrégoua Cave (Salernes, Var, France). *Journal of Anthropological Sciences* 88:167-178.

- LEE-THORP, J. A.; SPONHEIMER, M. (2003) - Three case studies used to reassess the reliability of fossil bone and enamel isotope signals for paleodietary studies. *Journal of Anthropological Archaeology* 22:208-216.
- LELLI, R.; ALLEN, R.; BIONDI, G.; CALATTINI, M.; CONATI BARBARO, C.; GORGOGNONE, M. A.; MANFREDINI, A.; MARTÍNEZ-LABARGA, C.; RADINA, F.; SILVESTRINI, M.; TOZZI, C.; RICKARDS, O.; CRAIG, O. E. (2012) - Examining Dietary Variability of the Earliest Farmers of South-Eastern Italy. *American Journal of Physical Anthropology* 149:380-390.
- NIELSEN-MARSH, C. M.; HEDGES, R. E. M. (2000) - Patterns of diagenesis in bone I: the effects of site environments. *Journal of Archaeological Science* 27(12):1139-1150.
- O'CONNELL, T. C.; KNEALE, C. J.; TASEVSKA, N.; KUHNLE, G. G. C. (2012) - The diet-body offset in human nitrogen isotopic values: a controlled dietary study. *American Journal of Physical Anthropology* 149:426-434.
- SHEMESH, A. (1990) - Crystallinity and diagenesis of sedimentary apatites. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 54:2433-2438.
- TYKOT, R. H. (2004). Stable isotopes and diet: you are what you eat. In: Martini M., Milazzo M., and Piacentini M. (editors), Physics methods in archaeometry Proceedings of the International School of Physics "Enrico Fermi" Course CLIV: 433-444. Bologna, Italy: Società Italiana di Fisica.
- WEINER, S. (2010). Microarchaeology. Beyond the Visible Archaeological Record. New York: Cambridge University Press.