

Caracterització genètica de les restes humanes talaiòtiques del jaciment de Son Olivaret, Ciutadella, Menorca

Marc Simón, Assumpció Malgosa

RESUM

S'ha dut a terme l'estudi genètic de 22 individus del jaciment prehistòric de Son Olivaret. Els resultats mostren la presència exclusiva d'haplogrups mitocondrials europeus. D'altra banda, el conjunt d'individus estudiats no es diferencia significativament de les poblacions prehistòriques i modernes de les illes Balears, amb l'excepció de la Menorca actual, tot i que ambdues presenten un bagatge genètic plenament integrat dins l'àmbit europeu. La freqüència de l'haplogrup H del jaciment apunta a una possible relació genètica entre aquests primers pobladors de la illa de Menorca i els de la Península Ibèrica, sense que es pugui descartar un flux genètic amb altres zones de la Mediterrània més oriental.

Paraules-clau: ADN mitocondrial, haplogrups, seqüència, talaiòtic

RESUMEN

Se ha llevado a cabo el estudio genético de 22 individuos del yacimiento prehistórico de Son Olivaret. Los resultados muestran la presencia exclusiva de haplogrupos mitocondriales europeos. Por otra parte, el conjunto de individuos estudiados no se diferencia significativamente de las poblaciones prehistóricas y modernas de las Islas Baleares, con la excepción de la Menorca moderna,

pese a que ambas mostren un bagatge genètic plenament integrat en l'àmbit europeu. El estudi de les freqüències del haplogrup H del jaciment i de altres jaciments antics apunta cap a una possible relació genètica entre aquests primers pobladors de l'illa de Menorca i els habitants de la Península Ibèrica, sense descartar-se un cert flux genètic amb altres zones del Mediterrani oriental.

Palabras-clave: ADN mitocondrial, haplogrups, seqüència, talayòtic.

SUMMARY

A genetic study has been carried out from the mitochondrial genome of 22 individuals from the prehistoric site of Son Olivaret. Results show the presence of fully European population haplogroups. In addition, the group does not differentiate in a significant way from both the prehistoric and the modern populations from the Balearic Islands, exception made of current Minorca, despite both of them being fully integrated in the European scope. The study of the haplogroup H frequency from this site and other ancient sites points towards a possible genetic relationship between these first settlers from the island of Minorca and the inhabitants of the Iberian Peninsula, without ruling out a certain genetic flow with other regions from the Eastern Mediterranean.

Key-words: mitochondrial DNA, haplogroups, sequence, talayotic.

INTRODUCCIÓ

El monument funerari de Son Olivaret està situat al sud-oest de l'illa de Menorca, a ponent de la carretera de Ciutadella a Cap d'Artrutx, al Km. 6 (Fig. 1). Gràcies al projecte «Hipogeisme i Megalitisme a les Illes Balears i les Pitiüses en el marc de la Mediterrània Occidental» (Plantalamor *et al.* 2009) es va iniciar el reconeixement i estudi d'aquest sepulcre de tipus col·lectiu d'època pre-talaiòtica (segona meitat del III mil·lenni aC) i talaiòtica (1500-500 aC). Aquest projecte, iniciat l'any 2000, es va finalitzar l'any 2005 i a partir d'aleshores es van portar a terme diferents actuacions antropològiques.

El monument es troba envoltat per un mur aproximadament globular amb elements comuns a d'altres sepulcres menorquins (grup sud-est i Ses Arenes de Baix a Ciutadella). La cambra interior té forma ovalada i l'accés es troba al SO a través d'un Corredor (Figs. 2 i 3). L'interior de la cambra estava cobert

de lloses planes. Pel fet de tractar-se d'una estructura anterior a la naveta, que va evolucionar partint del model de sepulcres megalítics fins a les navetes, el sepulcre de Son Olivaret s'ha anomenat protonaveta, com el de ses Arenes de Baix i el de Torreta de Tramuntana (Plantalamor *et al.* 2007). S'hi van distingir 5 períodes diferents d'ús separats per fases d'abandonament. El material esquelètic més antic trobat data de 3640±40BC (KIA - 27133) (Van Strydonck i Boudin 2008).

Les restes van ser recuperades per l'equip d'arqueologia del Museu de Menorca durant les campanyes que comprenen del 2003 al 2005 (Plantalamor *et al.*, 2007). Es van recuperar una gran quantitat de restes humanes pertanyents a tots dos períodes, pretalaiòtic (unitats estratigràfiques (UEs 15 i 16) i talaiòtic (UEs 6 a 11), però la majoria d'elles estaven fragmentades i mal conservades (Fig. 2). L'estudi dut a terme sobre totes les dents va determinar un nombre mínim de 160 individus (NMI), 30 pertanyents al període pretalaiòtic i els altres 130 a l'època talaiòtica (Carrascal *et al.*, 2008a). L'estudi morfològic de les restes òssies va proporcionar unes dades lleugerament menors a causa de l'estat del material i la impossibilitat de determinar individus. El càlcul del NMI a partir de dades òssies indica la presència d'un mínim de 25 enterraments pel període pretalaiòtic (7 individus diferents en l'estrat 15, i 10 en l'estrat 16; Carrascal *et al.* 2008b) i 90 pel Talaiòtic (1 individu a la UE 1, 5 individus diferents a la UE 6, 2 a la UE 7, 4 a la UE 8, 27 a la UE 9 i 51 a la UE 11) (Carrascal, Nociarová i Malgosa 2012; Carrascal *et al.* 2011). La fragmentació i el deteriorament de les restes són responsables de la diferència entre els valors de recuperació dentals i ossis.

Aquest registre antropològic és un dels més complets de l'illa tot i estar en un estat de fragmentació molt elevat. L'estat de conservació impedeix conèixer la població, les seves característiques morfològiques, per poder-les comparar amb altres poblacions contemporànies de Menorca (Armentano *et al.* 2010, 2012) i també de Mallorca (Font 1974, Malgosa 1992, Ortega 2005). Per poder caracteritzar amb més detall la població, tenim però altres opcions com l'estudi genètic. Però, per a l'anàlisi genètica a partir de restes antigues, habitualment sorgeixen dos grans inconvenients, que en aquest cas poden ser importants: l'obtenció del propi material genètic, l'ADN, i la seva autenticació.

L'ADN és la molècula biològica que conté la informació genètica de cada organisme en cada cèl·lula del cos. Aquesta informació és única per a cada

individu de manera que no hi ha dos individus iguals, excepte en el cas de bessons homozigòtics. L'ADN està distribuït en dos òrgans cel·lulars, el nucli i els mitocondris. El primer, l'ADN nuclear (ADNn), conté la major part de la informació genètica de l'individu i només n'hi ha una sola còpia per cèl·lula, composta per les còpies d'ADN que rebem del pare i de la mare. No obstant això, els estudis paleogenètics es basen habitualment en l'anàlisi de l'ADN mitocondrial (ADNmt), que és el material genètic dels mitocondris, els òrgans que generen l'energia per la cèl·lula. L'ADNmt és molt més usat que l'ADNn en treballs amb restes antigues pel fet que en cada cèl·lula hi ha un elevat nombre de mitocondris, cadascun dels quals conté diverses còpies d'ADNmt, per la qual cosa a cada cèl·lula hi ha milers de còpies d'ADNmt idèntiques entre si. Aquest elevat nombre de còpies n'incrementa la probabilitat de preservació (O'Rourke et al, 2000). D'altra banda, l'herència de l'ADNmt és exclusivament materna, de manera que l'ADNmt de qualsevol persona és absolutament idèntic al de la seva mare; per això és possible reconstruir llinatges femenins.

En certs casos l'ADN es pot recuperar de restes d'organismes que van morir fa desenes, centenars o milers d'anys; és el que s'anomena ADN antic i s'ha pogut recuperar de plantes i animals extints, mòmies i fins i tot d'algunes restes fossilitzades (Montiel *et al.* 2007). Aquest ADN extret de restes antigues ens permet accedir a la informació directa de l'organisme, i, per tant, aprofundir en el coneixement de l'individu. No hem d'oblidar, però, que la informació que es pot obtenir és molt parcial ja que, fins al moment, només és possible recuperar petits fragments d'ADN que sovint van acompanyats de substàncies inhibidores de la reacció en cadena de la polimerasa (PCR), i poden estar contaminats amb ADN actual. Així doncs, el fet que un material sigui susceptible de ser analitzat genèticament depèn de les condicions d'enterrament, emmagatzematge, preservació, de la temperatura, humitat i pH, i de la presència d'inhibidors com els àcids húmics i fúlvics, entre d'altres. En casos especialment ben conservats i d'enorme interès científic, però, les noves tècniques de *Next Generation Sequencing* estan començant a proporcionar genomes complets (Green *et al.* 2010, Fua *et al.* 2013, Raghavan *et al.* 2013, Prüfer *et al.* 2013 Rasmussen *et al.* 2010, entre altres).

La caracterització genètica ens apropa al coneixement de les poblacions antigues i el nostre interès és poder conèixer a nivell genètic la població que es va inhumar al jaciment de Son Olivaret. En un estudi preliminar (Simón i

Malgosa 2008) es van poder caracteritzar parcialment 9 individus que mostren un ventall d'haplogrups. En aquest treball es pretén analitzar les dades que ha proporcionat l'anàlisi de l'ADNmt en el conjunt de restes humanes del jaciment de Son Olivaret, a partir de l'estudi de l'haplogrup H, el més comú a Europa i a la conca Mediterrània en general.

MATERIAL I MÈTODES

La caracterització genètica dels individus de Son Olivaret (Ciutadella, Menorca) es va realitzar al laboratori d'ADN antic de la Unitat d'Antropologia Biològica de la Universitat Autònoma de Barcelona. Atès que l'estudi genètic està altament condicionat per l'estat de conservació del material, es van triar peces dentals per dur-lo a terme. La capa d'esmalt dental actua com una protecció enfront de les possibles contaminacions amb DNA exogen (Montiel *et al.* 2007, Díaz 2009), la qual cosa ajudarà a preservar el material genètic. En el procés de selecció de les peces dentals, es van escollir les dents més ben conservades a fi de maximitzar la possibilitat d'obtenir ADN, i es van tenir en compte tant l'absència de patologies evidents com la integritat de la peça, i es van descartar totes aquelles dents que presentessin una petita fractura o esquerda, o qualsevol altra anomalia. La peça que millor es va ajustar a aquests requisits va ser la dent 24 (FDI, primer premolar superior esquerre) del qual es conservaven 84 espècimens, encara que només una petita fracció d'aquest nombre va ser susceptible de ser analitzada. Aquest petit grup es va quantificar en 37 peces.

Les mostres van ser analitzades en el laboratori de paleogenètica de la Unitat d'Antropologia Biològica de la Universitat Autònoma de Barcelona. La fase experimental es va realitzar seguint la metodologia descrita per Malgosa i col·laboradors (2005). En tots els procediments de laboratori, es van establir criteris d'autenticació. A més, tots els processos d'extracció i amplificació mitjançant la reacció en cadena de la polimerasa (PCR per les seves sigles en anglès) es van realitzar en un laboratori dedicat exclusivament al treball amb ADN antic, físicament separat de les àrees en què s'havien de realitzar els procediments posteriors a la PCR (post-PCR), restringint així la contaminació per transport d'amplicons (carryover). Tot i tenir en compte tots els criteris d'esterilitat i d'autenticitat possibles i atès l'estat general de les restes i la impossibilitat en la majoria dels casos de demostrar que diferents peces dentals

pertanyessin al mateix individu, va ser totalment impossible seguir dos dels criteris requerits habitualment: la confirmació amb diferents extractes de la mateixa persona i l'anàlisi en un laboratori extern. Tanmateix, es van complir tots els altres criteris (Montiel *et al.* 2007).

Les dents van ser tractades per a netejar-les i descontaminar-les abans de realitzar l'extracció. Per a l'obtenció d'ADN, es van treure 0,5 grams de pols de la dentina de dins de la cavitat polpar utilitzant material odontològic. L'extracció d'ADN es va realitzar seguint la metodologia descrita a Malgosa *et al.* 2005 i els extractes obtinguts es van emmagatzemar a 4 ° C durant un mínim de 3 dies (Montiel *et al.* 1997).

La la zona hipervariable de l'ADNmt obtingut (HVRI) es va amplificar mitjançant la tècnica PCR (Taula 1). Es van amplificar fragments petits, entre 87 i 191 parells de bases (pb), amb encebadors específics, i es van obtenir fragments solapants, a fi d'aconseguir un fragment major –aproximadament 300pb. D'altra banda, de la zona codificant es va amplificar el fragment que conté el polimorfisme determinant de l'haplogrup H. Per tal de detectar-ne la seva presència o absència, aquest fragment es va sotmetre a digestió enzimàtica (RFLPs). Així, els 2 resultats obtinguts amb metodologies diferents verificaven l'autenticitat de l'altre. En aquells individus que podien pertànyer a l'haplogrup H mitjançant la zona amplificada de la HVRI, i també en aquells on no s'havien pogut obtenir resultats amb el procés de seqüenciació, es va comprovar la pertinença o no a l'haplogrup H a partir de l'anàlisi de la posició 7025 de la zona codificant que conté una diana per l'enzim AluI en els individus no-H (Taula 2).

Les reaccions de PCR es van dur a terme en un volum final de 50 ul i es va utilitzar AmpliTaq Gold® ADN polimerasa (Applied Biosystems, Foster City, EUA). Cada reacció de PCR va consistir en una etapa inicial de desnaturalització, seguida per 39 cicles de PCR i un pas d'extensió final de 5 min a 72 ° C. Els fragments amplificats es van visualitzar després de tinció amb bromur d'etidi en un gel d'agarosa al 3 %. La purificació de les mostres es va realitzar amb un kit de purificació de PCR anomenat Jetquick (Genomed, Löhne, Alemanya) per eliminar la resta dels reactius de l'amplificació.

És interessant comentar que cada procés d'extracció va incloure diversos controls de la contaminació abans i durant aquest procés. A més, els investigadors implicats en l'estudi van ser analitzats per controlar l'eventual contamina-

ció durant els processos d'anàlisi morfològica i al laboratori.

RESULTATS I DISCUSSIÓ

De l'estudi realitzat sobre 37 peces dentals pertanyents a la dent 24 (FDI), només 22 van donar resultats concloents, totes elles d'època talaiòtica. No va ser possible obtenir material analitzable de les mostres més antigues, d'època pretalaiòtica. De les mostres obtingudes, 9 es van determinar com pertanyents a l'haplogrup H per la seva seqüència i la corroboració amb PCR-RFLPs, mentre que 13 pertanyien a altres haplogrups (Taula 3).

L'haplogrup H és un llinatge mitocondrial típic d'Euràsia occidental i és el més freqüent a Europa (Torroni *et al.* 2006; Roostalu, 2007). Es deuria originar probablement al Pròxim Orient fa uns 30.000 anys (Metspalu *et al.* 1999). S'ha trobat en restes antigues europees en baixa freqüència des del Neolític antic, fa 5450 anys, i a partir d'aquí ha anat augmentant la seva presència en les poblacions analitzades (Brotherton *et al.* 2013).

Les majors freqüències es troben a Europa (40%, Roostalu *et al.* 2007), però també és comú al Pròxim Orient, Àfrica del Nord, Àsia Central, Sibèria Occidental i, fins i tot, a Mongòlia. A la Península Ibèrica es troba en altes freqüències, per exemple a Catalunya és present en un 46,2% (Eupedia, 2014), i ja es trobava entre els ibers (53%, Sampietro *et al.* 2005).

Al jaciment de Son Olivaret, el percentatge d'individus H és d'un 40,9%; és a dir que gairebé coincideix amb la freqüència europea actual. A fi d'analitzar l'impacte d'aquest haplogrup en aquesta sèrie i en la població menorquina antiga, s'ha comparat amb altres sèries properes en l'espai i en el temps (taula 3). En aquest sentit, s'ha analitzat el percentatge d'una altra sèrie talaiòtica menorquina, la constituïda per les restes humanes de la Cova des Pas (Armentano *et al.* 2012, Simón *et al.* 2012). En aquest darrer cas, el percentatge d'individus H és més alt, i assoleix un 60%. La diferència entre ambdós és difícil d'interpretar. Cal tenir en compte que en jaciments antics i col·lectius, com són els que aquí s'analitzen, és molt difícil poder comprovar el grau d'endogàmia del grup; aquesta característica podria ser la clau de la discrepància entre ambdós grups ja que el nombre d'individus analitzats és molt semblant. Amb tot, es pot observar com aquest haplogrup és present en una elevada freqüència a la Menorca talaiòtica.

D'altra banda, la freqüència de Son Olivaret és molt propera als percentatges de les sèries antigues de Mallorca i de les Balears en general, amb excepció de

la sèrie de Son Real (23,7%). Caldria tenir en compte les peculiaritats d'aquesta sèrie mallorquina que correspon a una necròpolis de característiques úniques, tant a nivell constructiu com genètic. La presència d'haplogrups no gaire habituals a la Mediterrània occidental i també d'haplotips únics, actualment desapareguts (Díaz 2009), li confereix singularitat dins del conjunt de poblacions balears antigues. L'alt percentatge de l'haplogrup H a la Cova des Pas i el baix percentatge a Son Real determinen que la freqüència d'aquest haplogrup a la Menorca antiga sigui més alta que la de la Mallorca antiga.

Si es compara la freqüència de H de Son Olivaret amb les dades actuals de les Balears, s'observa una clara diferència entre les dades de la Menorca prehistòrica, en relació a la població moderna. Com havien descrit Picornell i col·laboradors (2005), les freqüències actuals d'haplogrups de l'illa de Menorca són bastant diferents dels trobats a les illes de Mallorca i Eivissa, i, pel que fa a l'haplogrup H, s'assembla a la que presenten els xuetes.

En relació a altres sèries antigues contemporànies a Son Olivaret, es pot observar que difereix clarament dels sards a causa de l'elevada presència de H en aquests territoris des d'antic. La sèrie antiga de Turquia presenta únicament aquest haplogrup, cosa que planteja diferents incògnites sobre la metodologia o bé sobre la representativitat d'aquest grup com a població. En canvi, s'assembla molt als valors trobats entre el grecs antics i és una mica més elevat que els ibers catalans i els valencians, i molt més que els sirians.

Son Olivaret, doncs, té un percentatge d'haplogrup H molt semblant a la mitjana actual europea i no difereix de les mitjanes balears antigues. En canvi, sí que és realment diferent dels grups europeus que es consideren més antics com són els sards, tal i com era d'esperar. En relació a la pròpia illa, les diferències entre les dues sèries antigues podrien molt bé ser degudes a la composició de la població. Habitualment es considera que les poblacions antigues estaven constituïdes per grups relativament petits i endogàmics. El nombre d'enterraments calculat a Son Olivaret (NMI) supera els 160 individus, mentre que a la Cova des Pas s'hi van trobar 66 enterraments. En ambdós casos, el lloc es va utilitzar per enterrar durant els períodes pretalaiòtic i talaiòtic, per la qual cosa es pot argumentar que el grup humà que enterrava a la protonaveta de Son Olivaret era més gran i potser més divers que el que utilitzava la Cova des Pas, ambdues situades a la zona sud-oest de l'illa, tot i que la mostra que s'ha pogut utilitzar és molt semblant en ambdós jaciments

(20 a Cova des Pas/22 a Son Olivaret).

De les dades presentades fins al moment, el que sorprèn més és la diferència a nivell de l'haplogrup H entre la sèrie de Son Olivaret i la de la Menorca actual. La sèrie antiga és molt més propera a la freqüència de l'haplogrup H europeu i peninsular actual que no pas la sèrie moderna. És possible que el baix nombre mostrat de la sèrie moderna sigui responsable de la baixa freqüència de l'haplogrup H, tot i que és més alt que en la sèrie antiga (46:22). Cal dir, però, que manté una variabilitat haplotípica elevada, igual que Mallorca i Eivissa (Picornell *et al.* 2005), però que els esdeveniments històrics dels darrers segles a Menorca i els canvis que van provocar en el si de la població, com la formació d'una important colònia anglesa, haurien pogut tenir una important rellevància en la composició de la població actual. Així, les freqüències de les poblacions antigues semblen indicar un substrat amb una elevada proporció d'haplogrups H a Menorca, com a la majoria de poblacions europees i, per tant, suggereixen una important relació amb les poblacions europees i peninsulars. Pel que fa a les poblacions més orientals de la Mediterrània, mostraria una major semblança amb la sèrie grega i allunyada en dos extrems diferents de les dues del Pròxim orient per raons oposades i que més aviat semblen mostrar poblacions amb una important endogàmia (Turquia) o una alta diversitat (Síria).

En conclusió, la sèrie de Son Olivaret mostra una composició de l'haplogrup mitocondrial H molt semblant a les poblacions antigues i actuals europees i no sembla que hi hagi una continuïtat amb la població actual pel que fa a aquest haplogrup. Possiblement els esdeveniments més recents de la història de Menorca estan a la base d'aquestes diferències.

AGRAÏMENTS

Aquest estudi ha estat possible gràcies a l'ajut a la Investigació del Institut Menorquí d'Estudis (2006) i al projecte CGL2005-0267/BOS del Ministerio de Educación y Ciencia. També volem agrair el suport de la Generalitat de Catalunya en tant que grup de recerca consolidat 2009-SSGR566.

BIBLIOGRAFIA

- ARMENTANO, N., ESTEVE X., NOCIAROVÁ D., MALGOSA, A. (2012): «Taphonomical Study of the Anthropological remains from Cova des Pas (Minorca)». *Quaternary International*, 275: 112-119
- ARMENTANO N., JORDANA, X. i MALGOSA A. (2010): «Aproximación paleodemográfica de una población protohistórica de las Baleares. El yacimiento de la Cova des Pas (Ferrerries, Menorca)». *Revista de Demografia Histórica*. XXVIII (segunda época): 91-108
- ARROYO PARDO E., FERNÁNDEZ DOMÍNGUEZ E. i FOIX AO. (2006): «La Problemática del origen de los Iberos según la secuencia genética de los restos humanos». *Lucentum*, 25: pp. 13-22.
- BOUWMAN AS. (2008): «Kinship between burials from Grave Circle B at Mycenae revealed by ancient DNA typing». *Journal of Archaeological Science*, 35 (9): 2580-2584.
- BROTHERTON P. *et al.* 2013. «Neolithic mitochondrial haplogroup H genomes and the genetic origins of Europeans». *Nature Communications* 4 (1764). doi:10.1038/ncomms2656
- CARAMELLI D., VERNESI C., SANNA S., SAMPIETRO L., LARI M., CASTRI L., VONA G., FLORIS R., FRANCALACCI P., TYKOT R., CASOLI A., BERTRANPETIT J., LALUEZA-FOX C., BERTORELLE G. i BARBUJANI G. (2007): «Genetic variation in prehistoric Sardinia». *Hum Genet*, 122: 327-336.
- CARRASCAL S., CHIMENOS E, i MALGOSA A. (2008a). «Estudi dental». A: Plantalamor Massanet L, Villalonga i García S, Marqués Moll. *Monument funerari de Son Olivaret*. Conselleria d'Educació i Cultura. Govern de les Illes Balears Maó.
- CARRASCAL S. i MALGOSA A. (2008b). «Estudi de les Restes Humanes de Son Olivaret». A: Plantalamor Massanet L, Villalonga i García S, Marqués Moll. *Els Monument funerari de Son Olivaret*. Conselleria d'Educació i Cultura. Govern de les Illes Balears Maó.
- CARRASCAL S., NOCIAROVÁ N. i MALGOSA A. (2012): *Estudi antropològic de les restes humans talaiòtiques precedents de les UEs 6, 7, 8 i 9 del jaciment de Son Olivaret (Menorca)*. Informe presentat

a l'IME Menorca .

- CARRASCAL S., NOCIAROVÁ N., CARRIÓ R. i MALGOSA A. (2011): *Estudi antropològic de la UE11 del jaciment de Son Olivaret (Menorca)*. Informe presentat al IME Menorca .
- DÍAZ N. (2009): *Bahía de Alcúdia, Mallorca: un crisol genético en el Mediterráneo*. Ph Thesis. Barcelona: Universitat Autònoma de Barcelona.
- EUPEDIA (2014): *Distribution of European mitochondrial DNA (mtDNA) haplogroups by region in percentage*. Consulta: 30/04/2014. http://www.eupedia.com/europe/european_mtdna_haplogroups_frequency.shtml
- FALCHI A., GIOVANNONI L., CALO CM., PIRAS IS., MORAL P., PAOLI G., VONA G., VARESI, L. (2006): «Genetic history of some western Mediterranean human isolates through mtDNA HVR1 polymorphisms». *J Hum Genet* 51(1), 9-14
- FERNÁNDEZ DOMÍNGUEZ E. (2005): *Polimorfismos de DNA mitocondrial en poblaciones antiguas de la cuenca mediterránea*. Universitat de Barcelona PhD. <http://www.tdx.cat/handle/10803/795>
- FERNÁNDEZ E. *et al.* (2006): «MtDNA analysis of ancient samples from Castellón (Spain): Diachronic variation and genetic relationships», *International Congress Series*, 1288: 127-129.
- FONT A. (1974): *Estudio de los restos humanos procedentes de la necrópolis de Son Real. Alcudia. Mallorca*. Tesi doctoral. Barcelona.
- GAMBA C. *et al.* (2008): «Population genetics and DNA preservation in ancient human remains from Eastern Spain», *Forensic Science International: Genetics Supplement Series*, 1 (1): 462-464.
- GREEN RE., KRAUSE J., BRIGGS AW., *et al.* (2010): «A draft sequence of the Neandertal genome». *Science* 328 (5979): 710–22. doi:10.1126/science.1188021. PMID 20448178.
- HERVELLA M. *et al.* (2012): Ancient DNA from hunter-gatherer and farmer groups from Northern Spain supports a random dispersion model for the Neolithic expansion into Europe, *PLoS ONE*, 7(4): e34417.
- HUGHEY J. *et al.* (2013): «A European population in Minoan Bronze Age Crete», *Nature Communications*, vol. 4, Article number 1861.
- MALGOSA A. (1992): *La població talaiòtica de Mallorca. Les restes humanes de S'illot des Porros (s. VI-II aC.)*. Institut d'Estudis Catalans.

Barcelona.

- MALGOSA A., MONTIEL R., DÍAZ, N., SOLÓRZANO E., SMERLING A., ISIDRO A., GARCÍA C., SIMON M. (2005): «Ancient Dna: A modern look at the infections of the past». In: *Recent research developments in microbiology*. Research Signpost. p 213-236
- MATNEY T. *et al.* (2012): «Understanding Early Bronze Age social structure through mortuary remains: A pilot aDNA study from Titriş Höyük, southeastern Turkey». *International Journal of Osteoarchaeology*, 22 (3): 338–351
- METSPALU E., KIVISILD T., KALDMA K., PARIK J., REIDLA M., TAM-BETS K., VILLEMS R. (1999): «The Trans-Caucasus and the expansion of the Caucasoid-specific human mitochondrial DNA». In: Papiha SS, Deka R, Chakraborty R, Eds. *Genome diversity: applications in human population genetics*. New York: Kluwer. p. 121–133.
- MONTIEL R., FRANCALACCI P., MALGOSA A. (2007): «Ancient DNA and Biological Anthropology: Believers vs. Skeptics». In: Santos C, Lima M, editors. *Recent advances in Molecular Biology and Evolution: Applications to biological Anthropology* 209-250.
- MONTIEL R., MALGOSA A., SUBIRÀ E., (1997): «Overcoming PCR inhibitors in ancient DNA extracts from teeth». *Journal of Ancient Biomolecules*, 1: 221-225.
- ORTEGA CARRIÓN B. (2005): *Evolución de la salud oral en la población de Mallorca desde la Prehistoria al Medioevo: estudio de la necrópolis de Can Reinés*. Universitat de Barcelona. PhD.
- O’ROURKE D., HAYES MG., CARLYLE SW. (2000): «Ancient DNA studies in physical anthropology». *Annu Rev Anthropol*, 29:217-42.
- PICORNELL A., GÓMEZ- BARBEITO L., TOMÀS C., CASTRO JA., RAMÓN MM. (2005): «Mitochondrial DNA HVRI variation in Balearic populations». *Am J Phys Anthropol*, 128 (1):119-130.
- PLANTALAMOR MASSANET L., VILLALONGA A., GARCÍA S. (2007): *El Monument funerari de Son Olivaret. A: L’Arqueologia a Menorca: eina per al coneixement del passat*. Consell Insular de Menorca. Maó. Col. Llibres del Patrimoni Històric i Cultural, 3: 143-163
- PLANTALAMOR L., FERRER A., ANGLADA M., VILLALONGA S., RAMIS D., PONS O. (2009): «Le costruzioni dell’insediamento talaio-

- tico di Curnia Nou (Minorca): un confronto con l'architettura della Preistoria recente nel Mediterraneo Centrale ed Occidentale». *Atti della XLIV Riunione Scientifica*. Cagliari, Barumini, Sassari 23-28 novembre 2009
- PRÜFER K., RACIMO F., PATTERSON N. *et al.* (2013): «The complete genome sequence of a Neanderthal from the Altai Mountains». *Nature*. 2014, 505(7481):43-9. doi: 10.1038/nature12886.
- FUA Q., MEYERB M., GAOA X., STENZELB U., BURBANOB HA., KELSOB J., y PÄÄBO S. (2013): «DNA analysis of an early modern human from Tianyuan Cave, China». *PNAS*, vol. 110(6): 2223–2227
- RAGHAVAN M., SKOGLUND P., GRAF KE. *et al.* (2013): «Upper Palaeolithic Siberian genome reveals dual ancestry of Native Americans». *Nature* doi:10.1038/nature12736
- RASMUSSEN M., LI Y., LINDGREEN S., *et al.* (2010): «Ancient human genome sequence of an extinct Palaeo-Eskimo». *Nature*. 2010 Feb 11;463(7282):757-62. doi: 10.1038/nature08835
- ROOSTALU U., KUTUEV I., LOOGVA LI EL, METSPALU E., TAMBETS K., REIDLA M., KHUSNUTDINOVA EK., USANGA E., KIVISILD T. i VILLEMS R. (2007): «Origin and Expansion of Haplogroup H, the Dominant Human Mitochondrial DNA Lineage in West Eurasia: The Near Eastern and Caucasian Perspective». *Mol Biol Evol*, 24(2): 436-448. doi: 10.1093/molbev/msl173
- SAMPIETRO M., CAMELLI D., LAO O., CALAFELL F., COMAS D., LARI M., AGUSTÍ B., BERTRANPETIT J., LALUEZA-FOX C. (2005): «The Genetic of the Pre-Roman Iberic Peninsula: A mtDNA study of Ancient Iberian». *Ann Hum Genet* 69:535-548.
- SAMPIETRO M., LAO O., CAMELLI M., LARI R., POU R., MARTÍ M., BERTRANPETIT J., LALUEZA-FOX C. (2007): «Palaeogenetic evidence supports a dual model of Neolithic spreading into Europe». *Proc R Soc B* 274: 2161-2167.
- SIMÓN M. i MALGOSA A. (2008): «Estudi paleogenètic de les restes humanes d'època pre-talaiòtica i talaiòtica de Son Olivaret, Ciutadella, Menorca». A: Plantamor Massanet L, Villalonga i García S, Marqués Moll. *Monument funerari de Son Olivaret*. Conselleria d'Educació i Cultura. Govern de les Illes Balears Maó, 323-328.

- SIMÓN M. *et al.* (2011): The presence of nuclear families in prehistoric collective burials revisited: the Bronze Age burial of Montanissell Cave (Spain) in the light of aDNA, *American Journal of Physical Anthropology*, 146(3):406-13. doi: 10.1002/ajpa.21590.
- TOMCZYK J., JĘDRYCHOWSKA-DAŃSKA K., PŁOSZAJ J. i WITAS HW. (2011): «Anthropological Analysis of the Osteological Material from an Ancient Tomb (Early Bronze Age) from the Middle Euphrates Valley, Terqa (Syria)», *International Journal of Osteoarchaeology*, 21(4): 435-445
- TORRONI A., ACHILLI A., MACAULAY V., RICHARDS M. i BANDELT H-J. (2006): «Harvesting the fruit of the human mtDNA tree». *Trends Genet.* 22:339–345.
- VAN STRYDONCK M., BOUDIN M. (2008): A: Plantalamor Massanet L, Villalonga i García S, Marqués Moll. J Eds *Monument funerari de Son Olivaret*. Conselleria d'Educació i Cultura. Govern de les Illes Balears Maó, 343-349.
- WITAS HW. *et al.* (2013): mtDNA from the Early Bronze Age to the Roman Period Suggests a Genetic Link between the Indian Subcontinent and Mesopotamian Cradle of Civilization, *PLoS ONE*, vol 8, no 9, e73682.

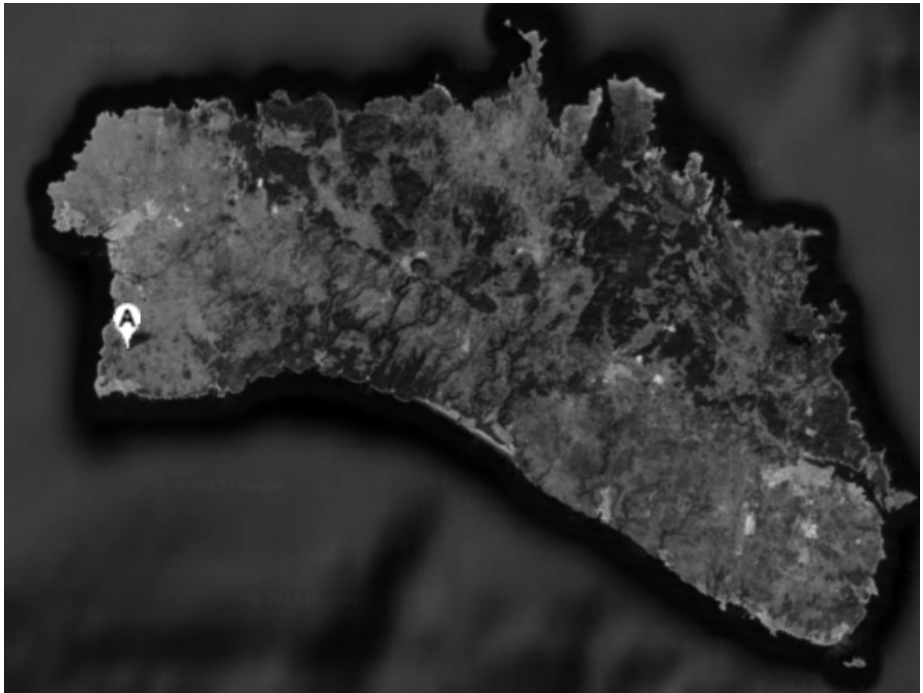


Fig. 1: Mapa de Menorca on s'assenyala la situació del jaciment prehistòric de Son Olivaret

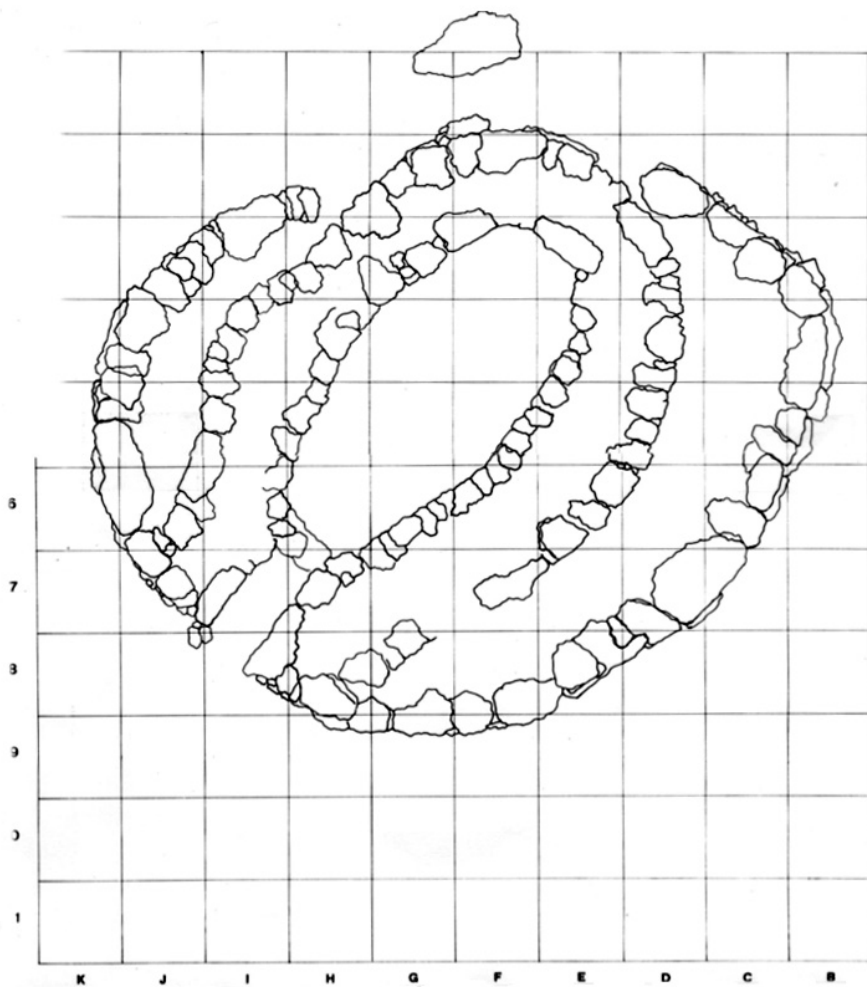


Fig. 2. Planta del jaciment de Son Olivaret (imatge cedida per L. Plantamor)



Fig. 3. Interior de la cambra del sepulcre de Son Olivaret on s'observen algunes restes òssies (Fotografia de L. Plantamor).

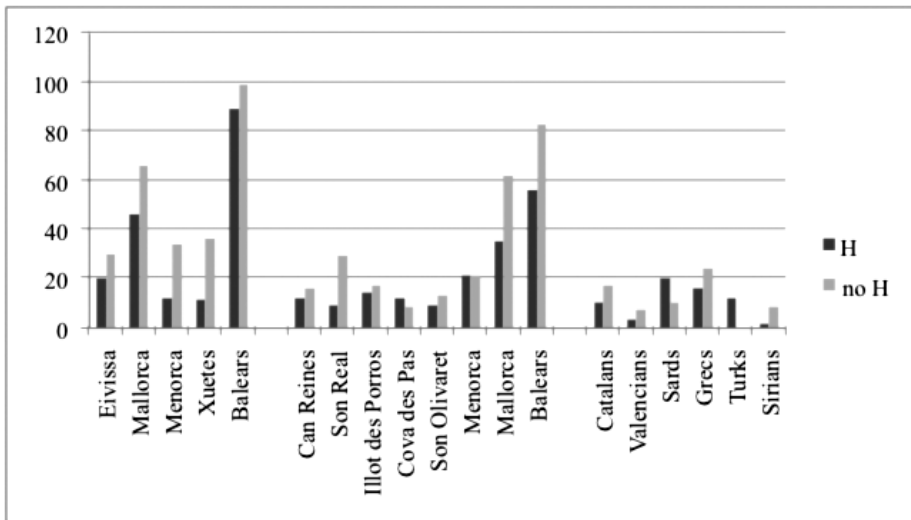


Fig. 4.- Freqüències relatives de l'haplogrup H en relació amb els altres haplogrups en diverses sèries: actuals de les Balears (Eivissa, Mallorca, Menorca, xuetes i el conjunt de les Balears), antigues de les Balears (Son Real, S'illot des Porros, Can Reiners, Cova des Pas, Son Olivaret, els tres jaciments de Mallorca en conjunt, els 2 jaciments de Menorca junts i el conjunt dels diferents jaciments de les Balears) i altres jaciments antics de la Península i la Mediterrània (catalans, valencians, sards, grecs, turcs i sirians). Les referències es troben a la taula 3.

TAULES

TAULA 1.

Primers utilitzats per amplificar i seqüenciar la regió hipervariable I de l'ADNmt (HVRI).

Fragments	Descripció dels primers i els autors que els van publicar
Fragment 1 (405bp)	L-15996: 5'-CTCCACCATTAGCACCCAAAGC-3 (Vigilant et al, 1991) H -16401: 5'-TGATTCACGGAGGATGGTG-3' (Vigilant et al, 1991)
Fragment 2 (200bp)	L-16030: 5'-CATGGGGAAGCAGATTTGGG-3' (Simón et al, 2012) H-16230:5'-GATAGTTGAGGGTTGATTGCTG-3 (Simón et al, 2012)
Fragment 3 (231bp)	L-16209: 5'-CCCCATGCTTACAAGCAAGT-3' (Montiel, 2001) H -16401: 5'-TGATTCACGGAGGATGGTG-3' (Vigilant et al, 1991)

TAULA 2.

Lloc de restricció estudiat per a realitzar la determinació de l'haplogrup H.

Lloc de restricció per l'haplogrup H	Primers	Posicions	Seqüència dels primers
-7025 Alu I	L6968/H7052 (Francalacci, comunicació personal)	6949-6968 7071-7052	5'-CCGTAGGTGGCCTGACTGGC-3' 5'-TGATGGCAAATACAGCTCCT-3'

TAULA 3.

Freqüències absolutes de l'haplogrup H en diverses sèries modernes i antigues de les Balears, i antigues de la Península Ibèrica i la Mediterrània

Sèries	Localització geogràfica	Referència	n	H	no H	%H
Modernes de les Balears	Eivissa	Picornell <i>et al.</i> 2005	50	19	31	38,0
	Mallorca	Picornell <i>et al.</i> 2005, Falchi <i>et al.</i> 2006	112	46	66	41,1
	Menorca	Picornell <i>et al.</i> 2005	46	12	34	23,9
	Xuetes	Picornell <i>et al.</i> 2005	47	11	36	18,8
	Balears	Picornell <i>et al.</i> 2005, Falchi <i>et al.</i> 2006	188	89	99	45,2
Antigues de les Balears	Son Real	Díaz 2009	38	9	29	23,7
	Illot des Porros	Díaz 2009	31	14	17	45,2
	Can Reines	Díaz 2009	28	12	16	42,9
	Cova des Pas	Present estudi	20	12	8	60,0
	Son Olivaret	Present estudi	22	9	13	40,9
	Menorca ant	Present estudi	42	21	21	50,0
	Mallorca ant	Díaz 2009 i present estudi	97	35	62	36,1
Balears ant	Díaz 2009 i present estudi	139	56	83	40,3	
Altres poblacions mediterrànies antigues	Catalans ant	Sampietro <i>et al.</i> 2005, 2007; Simón <i>et al.</i> 2011; Gamba <i>et al.</i> 2008	36	13	23	36,1
	Valencians ant	Fernández 2006, Arroyo <i>et al.</i> 2006, Gamba <i>et al.</i> 2008	10	3	7	30
	Sards ant	Caramelli <i>et al.</i> 2007 Present estudi	29	19	10	65,5
	Grecs ant	Hughey <i>et al.</i> 2013, Bouwman <i>et al.</i> 2008	37	15	22	40,5
	Turcs ant	Matney <i>et al.</i> 2012	12	12	0	100
	Sirians ant	Fernández 2005, Witas <i>et al.</i> 2013, Tomczyk <i>et al.</i> 2011	9	1	8	11,1