

Los inicios de la Paleoparasitología como disciplina científica y su aportación a la Antropología Física

Ramón López-Gijón¹, Benjamin Dufour², Lorenza Coppola-Bove¹, José Francisco Martín-Alonso¹, Miguel Cecilio Botella López¹ y Matthieu Le Bailly²

¹Laboratorio de Antropología. Depto. Medicina Legal, Toxicología y Antropología Física. Universidad de Granada.

²CNRS UMR 6249 Chrono-Environment. Université de Bourgogne Franche-Comté.

Corresponding Author: ramonlopez131094@correo.ugr.es

RESUMEN

El hallazgo de parásitos recuperados de material antiguo procedente de contextos arqueológicos permite efectuar un acercamiento innovador a la Antropología Física. Debido a su carácter cosmopolita, se ha evidenciado la presencia parasitológica en todas las culturas estudiadas. Desde los inicios de esta disciplina, el análisis de material humano ha sido la fuente principal en la búsqueda de parásitos antiguos. De este modo, Sir Marc Armand Ruffer (1910) abrió una nueva vía de conocimiento a partir de su carácter pluridisciplinar para complementar los estudios antropológicos. Inserta dentro de la Paleopatología, la Paleoparasitología posibilita un mayor conocimiento acerca de la salud y la enfermedad en las poblaciones antiguas. Asimismo, esta evidencia condiciones socio-económicas, hábitos alimenticios y patrones de movilidad. En el presente trabajo se exponen brevemente los diversos avances que ha tenido esta disciplina y su desarrollo como herramienta de probado interés en el estudio del individuo y de sus condiciones de vida.

Palabras claves:

Paleoparasitología
Paleopatología
Antropología Física
Bioarqueología

ABSTRACT

The retrieval of parasites from ancient material in archaeological contexts allows us to take an innovative approach to Physical Anthropology. Due to its cosmopolitan character, the parasitological presence has been evidenced in all studied cultures. Since the beginnings of this discipline, the analysis of human material represented the main source for ancient parasites' research. In this way, Sir Marc Armand Ruffer (1910) started a new path on anthropological studies, highlighting their multidisciplinary nature to complement anthropological studies. Paleoparasitology, which is considered an area of Paleopathology, provides a complementary view on health and disease conditions in health and disease in ancient populations. It also provides evidence of socio-economic conditions, dietary habits and mobility patterns. This article briefly outlines the various advances made in this discipline and how it has become a major tool in the study of individuals and their life conditions.

Keywords:

Palaeoparasitology
Palaeopathology
Physical Anthropology
Bioarchaeology

Recibido: 31-10-2021

Aceptado: 18-01-2022

Introducción

En virtud de su interacción ecológica con los huéspedes humanos, los parásitos caracterizaron la historia y el desarrollo de las poblaciones del pasado desde tiempos muy antiguos. A partir de los hallazgos realizados en material antiguo es posible conocer de primera mano los organismos que se encontraban presentes en sociedades pretéritas, aportando un nuevo prisma al estudio de estas poblaciones. De hecho, el análisis de estos microorganismos puede proporcionar informaciones sobre el estado de salud de dichas comunidades, así como la alimentación de las mismas. A su vez, el éxito biológico de los parásitos permite hallar evidencias de estos en otros animales antiguos, tal y como encontramos en los yacimientos paleontológicos.

El parasitismo se define como una relación heteroespecífica negativa. Es decir, se produce entre organismos de distintas especies, en los que uno de ellos depende metabólicamente del otro, y al que habitualmente le provoca algún tipo de daño (Schmidt y Roberts, 2009). A su vez, la Parasitología se ocupa del estudio y de las relaciones de tres variables (parásito, hospedador y medio), siendo indispensables estas tres para la completa realización del ciclo biológico parasitario. Dichas variables son de especial utilidad a la hora de determinar parásitos en restos pretéritos.

Los procesos tafonómicos juegan un papel central a la hora de encontrar evidencias parasitológicas. En numerosas ocasiones, debido a la naturaleza de los materiales de estudio, determinados parásitos no se conservan en contextos arqueológicos. Es por ello que la mayor parte de los estudios de parásitos antiguos se basan en el hallazgo de fases de dispersión parasitaria, siendo predominante la aparición de geohelmintos (parásitos que efectúan parte de su ciclo biológico en tierra), debido principalmente a su cubierta, formada por compuestos estables y resistentes, en concreto de quitina, queratina y esclerotina, asegurando así la conservación de dichas estructuras, tanto a las enzimas digestivas de sus hospedadores como a los agentes tafonómicos, y, por consiguiente, su pervivencia a lo largo del tiempo (Le Bailly et al., 2021).

Este artículo pretende explicar cómo la Paleoparasitología, una subdisciplina de la Bioarqueología ligada a la Paleopatología, contribuye al conocimiento de las poblaciones pasadas mediante la identificación de parásitos en restos pretéritos. Debido a ello, esta disciplina permite inferir en las poblaciones antiguas aspectos como la alimentación, la higiene, la realización de determinadas actividades o los movimientos migratorios.

Primeros hallazgos de parásitos en material arqueológico

Las fuentes escritas de época son un recurso de conocimiento de las poblaciones antiguas, lo que nos permite realizar un acercamiento a las mismas (Mitchell, 2017). Este recurso se puede aplicar también en el estudio de los parásitos a través de la presencia de los mismos desde épocas remotas en múltiples lugares. De esta forma, ya en el famoso Papiro de Ebers (1.500 a.C.) se hace alusión a la presencia de formas parasitarias que se encontraban en los individuos durante el proceso de evisceración. Asimismo, también encontramos evidencias del parasitismo en diversas zonas geográficas a partir de las representaciones de las distintas deidades. Por ejemplo, en la mitología babilónica, el dios Nergal se asocia a la peste, siendo su atributo un insecto, lo que podría dar a entender el conocimiento de este como vector en tiempos antiguos (Araújo, Ferreira y Chieffi, 2016). En la misma línea, es frecuente encontrar en los templos sintoístas del continente asiático representaciones demoniacas con atributos ligados a las patologías que provocan la malaria, teoría apoyada por las referencias al *Plasmodium falciparum* en textos antiguos de la medicina china (López-Román, 1990). Por otro lado, en textos grecolatinos es frecuente la descripción de determinados parásitos, tal y como expresa Hipócrates, quien hace una certera descripción de *Ascaris lumbricoides*.

Pese a esta relativa frecuencia de alusiones en textos antiguos, no es hasta inicios del siglo XX cuando se empiezan a realizar estudios parasitológicos directamente en material antiguo. Inicialmente, la investigación en restos momificados, ya sea de forma natural o artificial, fue la base de los primeros trabajos,

usualmente llevados a cabo en individuos aislados y descontextualizados. Dada la extraordinaria singularidad de los primeros materiales, fue posible elucidar las primeras formas parasitarias antiguas mediante microscopía óptica. De esta forma, el primer estudio fue llevado a cabo por parte del destacado paleopatólogo franco-anglo-alemán Sir Marc Armand Ruffer, quien encontró evidencias de *Schistosoma haematobium* en momias egipcias de la dinastía XX (Ruffer, 1910). Esta línea de investigación fue retomada años más tarde por el biólogo polaco Lothar Szidat, mediante el análisis del contenido intestinal de un individuo de la Edad del Hierro, conservado en un pantano de turba, en la que encontró por primera vez fases de dispersión parasitaria de *Ascaris lumbricoides* y de *Trichuris trichiura* (Szidat, 1944). En los años siguientes se aprecia una proliferación en los trabajos sobre este tema a ambos lados del Atlántico (Pizzi y Schenone, 1954; Taylor, 1955; Helbaek, 1958).

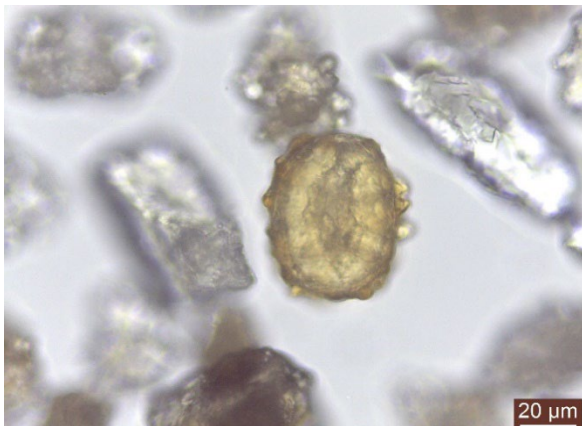


Figura 1: Huevo de *Ascaris sp.*, hallado en restos óseos, procedente de material arqueológico. R. López-Gijón.

Pese a estos primeros resultados parasitológicos en material antiguo, los investigadores se encontraban ante la dificultad asociada a la naturaleza de la muestra. Debido a la antigüedad del material, en muchas ocasiones se encontraba deteriorado, perdiendo, en consecuencia, sus características morfológicas e incluso su tamaño, y dificultando la correcta atribución de la parasitosis existente en el pasado. Sin embargo, la creación de un método concreto para rehidratar los materiales antiguos en busca de evidencias parasitarias permitió multiplicar los estudios, y con ello, los conocimientos paleoparasitológicos, como se verá a continuación.



Figura 2: Huevo de *Trichuris sp.*, hallado en restos óseos, procedente de material arqueológico. R. López-Gijón.

La Paleoparasitología como disciplina científica

A partir de la implementación de la rehidratación mediante fosfato trisódico al 0,5% (Callen y Cameron, 1960), se pudo hidratar correctamente el material e identificar las características morfológicas de los parásitos. La implementación de esta técnica permitió el desarrollo de equipos enfocados en el estudio paleoparasitológico. De esta forma, en la década de 1970 se crea el primer laboratorio de Paleoparasitología a nivel mundial en el centro de Biomedicina Oswaldo Cruz (Río de Janeiro, Brasil), por parte de los investigadores Luis Fernando Ferreira, Adauto Araújo y Ulisses Confalonieri. Su objetivo inicial buscaba evidenciar las parasitosis endémicas en América en la época precolombina. De igual manera, este equipo acuña la primera definición de Paleoparasitología, siendo esta la más aceptada en nuestra disciplina en la actualidad (Ferreira, Reinhard y Araújo, 2011). A lo largo de sus diversas investigaciones, van solucionando los problemas iniciales en el estudio paleoparasitológico, tales como la carencia de un equipo multidisciplinar o de estudios descontextualizados del material. Igualmente, son los responsables de la implementación de nuevas técnicas en el estudio de parásitos antiguos. Debido a la semejanza entre los huevos de distintas especies de parásitos, la microscopía óptica permite una identificación principalmente a nivel de género (Chessa

et al., 2020). Es por ello que estos investigadores desarrollan múltiples estudios en genética de parásitos antiguos (Iñiguez et al., 2003; Leles et al., 2012).

La obtención de resultados por parte de este grupo llevó a la creación de otros, repartidos a nivel mundial. A finales de la década de 1980 se crea el primer laboratorio en Estados Unidos (Universidad de Nebraska-Lincoln) (Reinhard et al., 1986), mientras que en 1995 asistimos al nacimiento del primer laboratorio de este tipo en Europa (Universidad de Reims, Francia) (Bouchet, 1995).

En la actualidad, encontramos laboratorios destinados exclusivamente al estudio de parásitos antiguos en Brasil (Oswaldo Cruz), Estados Unidos (Universidad de Nebraska-Lincoln), Argentina (CONICET), Reino Unido (Universidad de Cambridge) y Francia (Universidad de Bourgogne Franche-Comté), así como otros tantos laboratorios interesados en esta disciplina y que publican al respecto (Slepchenko et al., 2016; Chai et al., 2019). No obstante, en el caso de España, hasta el momento han sido pocos los estudios paleoparasitológicos publicados, caracterizados por la colaboración con instituciones extranjeras (Jaeger et al., 2016; Maicher et al., 2017; Knorr et al., 2019).

Con la multiplicación de equipos de investigación, han surgido adaptaciones al método inicial, buscando, de esta forma, una mejora en la obtención de resultados. Por ello, el método tradicional de rehidratación por fosfato trisódico al 0,5% y su posterior sedimentación espontánea (Lutz, 1919) ha dado paso a técnicas más avanzadas (Anastasiou y Mitchell, 2013). Del mismo modo, se ha evidenciado el correcto funcionamiento del método conocido como RHM, cuyas siglas hacen alusión a la rehidratación (“Rehydration”), homogeneización (“Homogenization”) y filtrado (“Micro-sieving”) mediante mallas de distintos tamaños, respecto a otros (Dufour y Le Bailly, 2013).

Asimismo, se han implementado en los últimos años nuevas técnicas de visualización, más allá del inicial estudio mediante microscopía óptica de campo claro, y que permiten una mejora en los resultados. Destaca la realización de estudios paleoparasitológicos a través de técnicas de inmunofluorescencia (ELISA), paleogenética aplicada a parásitos y microscopía electrónica de barrido.

Todo ello ha promovido la diversificación en el estudio de materiales. Por tanto, ha sido posible evidenciar la presencia de parásitos en material paleontológico, como es el caso del hallazgo de formas parasitarias en animales extintos (Barrios-De Pedro, Osuna y Buscalioni, 2020; Cascardo, Pucu y Leles, 2021). Además, el carácter multidisciplinar de este campo ha permitido realizar una simbiosis entre Paleoparasitología y Paleobotánica, que conllevaría una interpretación más detallada de los contextos arqueológicos (Gijón-Botella et al., 2010).

Paleoparasitología y Antropología Física

Como hemos visto, la Paleoparasitología está íntimamente ligada al estudio del individuo, permitiendo inferir conocimientos sobre el mismo a partir de la presencia o ausencia de parasitosis. A los trabajos iniciales, desarrollados en restos que conservan tejidos blandos, le ha seguido el estudio de materiales esqueléticos, mucho más frecuentes en el registro arqueológico a nivel global. A través del estudio de sedimento localizado en áreas específicas de dichos restos, usualmente tomadas de zona pélvica, así como muestras control de cabeza y pies, se ha podido estudiar un gran número de individuos localizados en la misma necrópolis, lo que ha facilitado su análisis y comprensión. Igualmente, es de especial interés en el estudio paleoparasitológico el hallazgo de letrinas, debido al gran número de evidencias parasitarias que albergan.

Los trabajos multidisciplinarios son fundamentales para la puesta en valor de los análisis paleoparasitológicos. Son diversas las líneas que complementan a la presencia de parásitos en el pasado, destacando su relación con estudios de nutrición y de hallazgos paleopatológicos en huesos. De igual forma, la presencia de determinadas formas parasitarias en el pasado ha permitido constatar rutas migratorias en tiempos antiguos, asociando la presencia del parásito en distintas zonas geográficas con el movimiento poblacional (Araújo, 1995).

En el caso del análisis de nutrición, los estudios paleoparasitológicos se han asociado al estudio del contenido del tracto gastrointestinal, dando una visión en conjunto de los resultados. Dado lo limitado del

estudio, son contados los casos que tenemos de este ejemplo. Pese a ello, la singularidad de los mismos hace imprescindible citarlos, destacando en esta línea el reciente nuevo estudio realizado en el Hombre de Tollund (Nielsen et al., 2021), en el que, mediante un estudio multidisciplinar ha podido evidenciar la última comida del mismo y los parásitos que albergaba el individuo.

Siguiendo esta línea tenemos los estudios de isótopos estables, en los que, a partir del hallazgo de determinados parásitos, se puede añadir información referente a la dieta, evidenciando la presencia de animales domésticos y peridomésticos en las poblaciones pasadas, debido a las diferencias morfológicas y genéticas que pueden existir entre los parásitos de cada animal. La carencia de trabajos nos impide hacer una inferencia directa. Pese a ello, destacados trabajos en isótopos estables (Katzenberg y Waters-Rist, 2018) y parásitos antiguos (De Cupere et al., 2021) nos hacen suponer la interrelación que existe entre ambas disciplinas.

En cuanto a los trabajos de Paleopatología y Paleoparasitología, son pocos aún los artículos que abordan la materia (Aspöck, Auer y Picher, 1995). Se tiende a asociar patologías propias de momentos de estrés con la presencia de parásitos ligados a falta de higiene o hacinamiento (Cunha et al., 2017). Debido a la escasez de trabajos, los resultados aún no son concluyentes, aunque individuos con patologías como la *cribra orbitalia*, hipoplasia del esmalte o anemia pueden estar relacionados con los focos de infección del parásito una vez esté en el huésped (Aufderheide y Rodríguez-Martín, 1998).

Conclusiones

Como hemos presentado, la Paleoparasitología es una herramienta de primer nivel en el estudio de las poblaciones pasadas, con importantes aplicaciones para la Arqueología, la Antropología y la Biología, por lo que ha de usarse desde un prisma pluridisciplinar para aportar información relevante acerca de un individuo o del grupo poblacional al que pertenece. Pese a las limitaciones del estudio de parásitos en material antiguo, tales como la pérdida de determinadas formas parasitarias a lo largo del tiempo o la dificultad de llegar a la especie en determinados casos, la breve

historia de la disciplina ha evidenciado que el avance en las técnicas de identificación parasitaria está permitiendo suplir las carencias que ha podido tener esta disciplina. Los estudios que combinan la microscopía, la inmunología y la biología molecular son el futuro de esta disciplina (Roche et al., 2021).

La unión entre Paleoparasitología y Antropología Física aún está poco desarrollada, por lo que estudios combinados entre ambas ramas del conocimiento, aunados a la implementación de nuevas tecnologías permitirán comprender mejor nuestro pasado, siendo para ello indispensable la colaboración entre profesionales de ambas disciplinas.

Bibliografía

- Anastasiou E., Mitchell P.D. (2013). Simplifying the process of extracting intestinal parasite eggs from archaeological sediment samples: A comparative study of the efficacy of widely-used disaggregation techniques. *Int. J. Paleopathol.* 3:204-207. <https://doi.org/10.1016/j.ijpp.2013.04.004>
- Araújo A., Ferreira L.F. (1995). Oxyuriasis and prehistoric migrations. *Historia, ciencias, saúde--Manguinhos* 2:99-109. <https://doi.org/10.1590/s0104-59701995000200006>
- Araújo A., Ferreira LF, Chieffi PP. (2016). *Os Parasitos: Do Passado Ao Futuro*. ENSP/FIOCRUZ, Rio de Janeiro.
- Aspöck H., Auer H., Picher O. (1995). The Mummy from the Hauslabjoch: A Medical Parasitology Perspective. *Associazione Microbiologi Clinici Italiani*.
- Aufderheide A.C., Rodríguez-Martín C., Langsjoen O. (1998). *The Cambridge Encyclopedia of Human Paleopathology*. Cambridge University Press Cambridge.
- Barrios-de Pedro S., Osuna A., Buscalioni ÁD. (2020). Helminth eggs from early cretaceous faeces. *Sci. Rep.* 10: 1-8. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-75757-4>
- Bouchet F. (1995). Recovery of helminth eggs from archeological excavations of the Grand Louvre (Paris, France). *J. Parasitol.* 785-787. <https://doi.org/10.2307/3283976>
- Callen EO., Cameron T. (1960). A prehistoric diet revealed in coprolites. *New Sci.* 8:35-40.
- Cascardo P., Pucu E., Leles D. (2021). Review of Parasites Found in Extinct Animals: What Can Be Revealed. *J. Parasitol.* 107:275-283. <https://doi.org/10.1645/20-30>
- Chai J.Y., Seo M., Reinhard K., Shin D.H. (2019). Preface for Special Section on Archaeoparasitology: A Global Perspective on Ancient Parasites and Current Research Projects. *Korean J. Parasitol.* 57, 565. <https://dx.doi.org/10.3347%2Fkjp.2019.57.6.565>

- Chessa D., Murgia M., Sias E., Deligios M., Mazzarello V., Fiamma M., Rovina D., Carenti G., Ganau G., Pintore E. (2020). Metagenomics and microscope revealed *T. trichiura* and other intestinal parasites in a cesspit of an Italian nineteenth century aristocratic palace. *Sci. Rep.* 10:1-10. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-69497-8>
- Cunha D., Santos A.L., Matias A., Sianto L. (2017). A novel approach: combining dental enamel hypoplasia and paleoparasitological analysis in medieval Islamic individuals buried in Santarém (Portugal). *Antropologia Portuguesa* 34:113-135. https://doi.org/10.14195/2182-7982_34_4
- De Cupere B., Speleers L., Mitchell P.D., Degraeve A., Meganck M., Bennion-Pedley E., Jones A.K., Ledger M.L., Deforce K. (2021). A Multidisciplinary Analysis of Cesspits from Late Medieval and Post-Medieval Brussels, Belgium: Diet and Health in the Fourteenth to Seventeenth Centuries. *Int. J. Historical Archaeology*, 1-42. <https://doi.org/10.1007/s10761-021-00613-8>
- Dufour B., Le Bailly M. (2013). Testing new parasite egg extraction methods in paleoparasitology and an attempt at quantification. *Int. J. Paleopathol.* 3:199-203. <https://doi.org/10.1016/j.ijpp.2013.03.008>
- Ferreira L.F., Reinhard K.J., de Araújo A.J. (2011). *Fundamentos Da Paleoparasitologia*. Editora Fiocruz.
- Gijón-Botella H., Afonso Vargas J., Arnay de la Rosa M., Leles D., Gonzalez Reimers E., Vicente A.C., Iniguez A.M. (2010). Paleoparasitologic, paleogenetic and paleobotanic analysis of XVIII century coprolites from the church La Concepcion in Santa Cruz de Tenerife, Canary Islands, Spain. *Mem. Inst. Oswaldo Cruz.* 105: 1054-1056. <https://doi.org/10.1590/S0074-02762010000800017>
- Iñiguez A.M., Araujo A., Ferreira L.F., Vicente A. (2003). Analysis of ancient DNA from coprolites: a perspective with random amplified polymorphic DNA-polymerase chain reaction approach. *Mem. Inst. Oswaldo Cruz* 98:63-65. <https://doi.org/10.1590/S0074-02762003000900012>
- Jaeger L.H., Gijón-Botella H., Del Arco-Aguilar M.C., Martin-Oval M., Rodriguez-Maffiotte C., del Arco-Aguilar M., Araújo A., Iniguez A.M. (2016). Evidence of Helminth Infection in Guanche Mummies: Integrating Paleoparasitological and Paleogenetic Investigations. *J. Parasitol.* 102:222-228. <https://doi.org/10.1645/15-866>
- Katzenberg M.A., Waters-Rist A.L. (2018). Stable isotope analysis: a tool for studying past diet, demography, and life history. *Biological anthropology of the human skeleton*, 467-504. <https://doi.org/10.1002/9781119151647.ch14>
- Knorr D.A., Smith W.P., Ledger M.L., Pena-Chocarro L., Perez-Jorda,G., Clapes R., Palma M.D.F., Mitchell P.D. (2019). Intestinal parasites in six Islamic medieval period latrines from 10th-11th century Cordoba (Spain) and 12th-13th century Mertola (Portugal). *Int. J. Paleopathol.* 26:75-83. <https://doi.org/10.1016/j.ijpp.2019.06.004>
- Le Bailly M., Maicher C., Roche K., Dufour B. (2021). Accessing Ancient Population Lifeways through the Study of Gastrointestinal Parasites: Paleoparasitology. *Applied Sciences* 11, 4868. <https://doi.org/10.3390/app11114868>
- López-Román R. (1990). Pasado y presente del paludismo. Lección inaugural curso 1990-1991. Universidad de la Laguna.
- Lutz A. (1919). O Schistosomum mansoni ea Schistosomatose segundo observacoes feitas no Brazil.-Schistosomum Mansoni and Schistosomiasis observed in Brazil. *Mem. Inst. Oswaldo Cruz* 11.
- Maicher C., Hoffmann A., Côté N., Palomo Pérez A., Saña Seguí M., Le Bailly M. (2017). Paleoparasitological investigations on the Neolithic lakeside settlement of La Draga (lake Banyoles, Spain). *The Holocene* 27:1659-1668. <https://doi.org/10.1177%2F0959683617702236>
- Mitchell P.D. (2017). Improving the use of historical written sources in paleopathology. *Int. J. Paleopathol.* 19:88-95. <https://doi.org/10.1016/j.ijpp.2016.02.005>
- Nielsen N.H., Henriksen P.S., Mortensen M.F., Enevold R., Mortensen M.N., Scavenius C., Enghild J.J. (2021). The last meal of Tollund Man: new analyses of his gut content. *Antiquity* 95:1195-1212. <https://doi.org/10.15184/aqy.2021.98>
- Pizzi T., Schenone H. (1954). Hallazgo de huevos de *Trichuris trichiura* en contenido intestinal de un cuerpo arqueológico incaico. *Bol. Chil. Parasitol.* 9:73-75.
- Reinhard K.J., Confalonieri U.E., Herrmann B., Ferreira L.F., de Araujo A.J. (1986). Recovery of parasite remains from coprolites and latrines: aspects of paleoparasitological technique. *Anthropology Faculty Publications*, 29.
- Roche K., Capelli N., Pacciani E., Lelli P., Pallechi P., Bianucci R., Le Bailly M. (2021). Gastrointestinal parasite burden in 4th-5th c. CE Florence highlighted by microscopy and paleogenetics. *Infect. Genet. Evol.* 90, 104713. <https://doi.org/10.1016/j.meegid.2021.104713>
- Ruffer M.A. (1910). Note on the presence of “*Bilharzia haematobia*” in Egyptian mummies of the twentieth dynasty [1250-1000 BC]. *Br. Med. J.* 1, 16.
- Schmidt G.D., Roberts L.S. (2009). *Foundations of Parasitology*. Ninth edition. McGraw Hill.
- Slepchenko S.M., Ivanov S.N., Nikolaevich B.A., Alekseevich T.A., Sergeevich S.V. (2016). Traditional living habits of the Taz Tundra population: a paleoparasitological study. *Korean J. Parasitol.* 54, 617. <https://dx.doi.org/10.3347%2Fkjp.2016.54.5.617>
- Szidat L. (1944). Über die Erhaltungsfähigkeit von Helmintheneiern in vor-und frühgeschichtlichen Moorleichen. *Zeitschrift für Parasitenkunde* 13, 265.
- Taylor E.L. (1955). Parasitic helminths in mediaeval remains. *Vet. Rec.* 67:216-218.