

ANDREA G. DRUSINI

L'EVOLUZIONE DELLA LONGEVITÀ *

Questa conferenza è nata nel contesto di un progetto interdisciplinare sulla biosenescenza, il «Progetto Anchise»¹, che da qualche anno è entrato a far parte del progetto longitudinale europeo EXCELSA-*Cross-European Longitudinal Study of Aging*². L'interesse dell'antropologia per l'invecchiamento come fase ultima dello sviluppo umano è piuttosto antico, ma ultimamente esso si è strutturato come argomento specifico in quell'ambito interdisciplinare cui afferiscono biologi, naturalisti e genetisti. Due appuntamenti importanti, entrambi nel 1998, hanno sancito il contributo dell'antropologia e della paleontologia umana nello studio dell'invecchiamento come fenomeno naturale: il *Dual Congress of Human Palaeontology* in Sudafrica e *The 14th International Congress of Anthropological and Ethnological Sciences* a Williamsburg (U.S.A.). In quest'ultimo incontro, due commissioni presiedute da Alan Bittles (Australia) e Napoleon Wolanski (Polonia) sono state preposte allo svolgimento dei temi relativi all'*Anthropology of aging* e all'*Ecology of aging*³. Proprio per quanto riguarda l'ecologia dell'invecchiamento vorrei citare uno studio condotto in collaborazione tra l'Università di Padova e l'Università di Adelaide (Australia), riguardante le modalità dell'invecchiamento in due gruppi di ultra-sessantacinquenni, uno dei quali era composto da emigrati italiani in Australia da almeno due generazioni, e l'altro da un gruppo di abitanti del paese veneto di origine degli emigrati. La ricerca, condotta dalla studentessa Francesca De Conti per il suo *Honours in Anatomical Sciences* presso l'Università di Adelaide, intendeva verificare l'influsso differenziale di due distinte condizioni ambientali sul processo dell'invecchiamento in due campioni di individui autosufficienti aventi in comune la stessa

* Comunicazione tenuta il 16 aprile 1999 nell'Odeo Olimpico.

¹ Drusini A.G. *et al.*, 1996, The Anchyses Project: Multidisciplinary Research on Aging in Valdagno and Recoaro (Veneto Region, North-east Italy). *AAGE Newsletter* 17(3): 3-5.

² Fernandez-Ballesteros R., Schroots J.J.F., Rudinger G., 1998, EXCELSA/Pilot (Cross-European Longitudinal Study of Aging, Pilot Study). *European Psychologist* 3(4): 298-301.

³ Drusini A.G., 2000, Population dynamics and aging. In: Siniarska A., Wolanski N. (eds.) *Ecology of Aging*. Kamla-Raj Enterprises, Delhi, pp. 193-204.

origine, e quindi geneticamente simili. Nel 1999, infine, si è formato a Bruxelles un gruppo di studio per l'elaborazione di un *European Master of Gerontology*, cui è seguita la costituzione di un comitato per lo studio dell'invecchiamento presso la *Fondation Nationale de Gérontologie* di Parigi.

I progetti di studio sulla biosenescenza e sulla longevità dell'uomo si sono resi necessari e urgenti perché, come tutti sanno, l'invecchiamento della popolazione è la grande sfida per la medicina sociale e per il *welfare* del secondo millennio. Preliminare a ogni ricerca sulla longevità è la conoscenza della biosenescenza come fenomeno inscindibile dalla storia naturale delle specie: come affermano Robert E. Ricklefs e Caleb E. Finch⁴, la capacità della società di risolvere importanti questioni – migliorare la qualità della vita della persona anziana, equilibrare le necessità di una società che invecchia con le esigenze dei giovani, risolvere il grande problema etico dei malati terminali – dipenderà in buona parte dalla capacità di comprendere le basi biologiche dell'invecchiamento. Lo scopo di questa conferenza è quella di illustrare come si possano far confluire sotto un unico tema – che potremmo chiamare «le età dell'uomo» – il problema del tempo, lo studio delle nostre origini e gli aspetti evolutivi dell'invecchiamento umano.

Biodemografia dell'invecchiamento

Se il secolo XX è stato definito il secolo dell'esplosione demografica, il secolo XXI può essere definito 'il secolo dell'invecchiamento'. La transizione demografica, che sta dando un nuovo volto all'Italia, spinge necessariamente la ricerca scientifica a riconsiderare gli obiettivi primari della sanità pubblica: il progressivo invecchiamento della popolazione avrà infatti delle notevoli ripercussioni sull'intera società e sul *welfare*, in quanto l'aumento della componente anziana presuppone un incremento di tutti i meccanismi sanitari e assistenziali. Vi è però un altro tipo di ricaduta, non meno importante, che riguarda la ricerca sull'invecchiamento. Per conoscere il fenomeno dell'invecchiamento dal punto di vista statistico, sarà utile innanzitutto ricorrere ai dati degli osservatori demografici dell'OMS e dell'ONU e di quelli statistici dell'ISTAT e di EUROSTAT.

- Si calcola che nell'anno 2000 gli anziani⁵ rappresenteranno circa

⁴ Ricklefs R.E., Finch C.E., 1998, *L'invecchiamento. Una storia naturale*. Zanichelli Editore, Bologna.

⁵ Young old (giovani anziani): 65-75; old old (anziani): 76-85; oldest old (grandi vecchi): >85.

il 40% dell'intera popolazione italiana⁶, un *trend* comune ad altri Paesi dell'area occidentale ma che nella nostra penisola dipende da condizioni di sviluppo e di trasformazione sociale particolari. L'Italia detiene infatti il primato del più basso indice di natalità del mondo⁷ e un indice di fecondità totale (numero medio di figli per donna) tra i più bassi del mondo⁸.

- Nell'anno 1995, i valori relativi all'aspettativa media di vita alla nascita erano, per il nostro Paese, di 74,7 anni per l'uomo e di 81,3 per la donna⁹. Si prevede che per l'anno 2020 in Italia gli ultraottantenni costituiranno il 6% della popolazione totale e il 20,7% della popolazione di età superiore ai 60 anni¹⁰.

- Se questi indici rimarranno costanti e non vi sarà un consistente fenomeno migratorio, le fasce di popolazione costituite dai ragazzi fino ai 19 anni e dai giovani-adulti dai 20 ai 39 anni, che oggi rappresentano il 54% del totale, scenderanno nel 2038 al 35%.

- Gli indicatori demografici fanno prevedere che l'indice di vecchiaia nazionale (rapporto percentuale tra la popolazione residente di 65 anni e oltre e la popolazione residente di età compresa tra 0-14 anni), che nel 1991 era attorno a 90, salirà a 156 nel 2015 e a 273 nel 2050 (dati ISTAT).

- Questo significa che nel 2015 vi saranno 156 anziani ogni 100 individui sotto i 15 anni.

- L'Italia è un paese a rischio demografico: secondo il 30° rapporto annuale CENSIS gli anziani (65+) rappresentano il 34,1% della popolazione mentre i giovani (0-14) rappresentano il 29,4%: si è verificato quindi il «sorpasso» degli anziani sui giovani;

- nel 2025 vi sarà il sorpasso dei pensionati sugli occupati; nel 2045 i pensionati saliranno a 19 milioni e gli occupati scenderanno a 14 milioni;

- secondo le proiezioni dell'ONU, oggi nel mondo 1 individuo su 10 ha 60 anni; gli anziani nei Paesi sviluppati passeranno dal mezzo miliardo del 1990 al miliardo e mezzo del 2050.

Nel 1998, i Paesi con le più alte proporzioni di anziani erano la Grecia e l'Italia (>23%)¹¹.

⁶ Dati ISTAT.

⁷ Atlante socio-economico della Banca Mondiale, 25ª edizione.

⁸ Indice di fecondità totale = 1,17.

⁹ Maggi S., Minicuci N., Grigoletto F., Amaducci L., 1999, Italy. In: Schroots J.J.F., Fernandez-Ballesteros R., Rudinger G. (eds.), *Aging in Europe*. Biomedical and Health Research Vol. 17, IOS Press, Amsterdam, pp. 73-81.

¹⁰ Dati ISTAT, in Marigliano V., 1995, *Invecchiamento e longevità*, C.E.S.I., Roma, p. 334.

¹¹ Dati ONU, Fact Sheet N°135, Revised September 1998.

Nel 2020, le nazioni più «vecchie» saranno il Giappone (31% di anziani), l'Italia, la Grecia e la Svizzera (>28% di anziani).

Il problema del tempo

Ovunque qualcosa viva – ha affermato Henri Bergson – vi è, aperto in qualche luogo, un registro ove il tempo s'iscrive. Di questa marcata contemporaneità del problema del tempo si è fatto interprete recentemente Gianni Vattimo, dove dice: «Di molta filosofia del Novecento si può dire a buon diritto che essa è il tempo pensato in concetti, che cioè, nella sua sostanza, essa è prevalentemente meditazione sul problema del tempo»¹². Quello che vale per la filosofia vale anche per la fisica, per l'arte, per l'antropologia. Ed è superfluo aggiungere che da Zenone a Platone, da sant'Agostino a Berkeley, da Kant a Nietzsche, da Heidegger a Proust, in ogni secolo, si è meditato sul problema del tempo: dal «tempo che passa e il tempo vissuto» di Seneca a «il tempo è niente se non vi accade niente» di Bachelard.

La contrapposizione tra tempo biblico e tempo geologico ha costituito uno dei temi più scottanti nel dibattito filosofico e scientifico degli ultimi tre secoli. Fedele alla tradizione religiosa occidentale, l'arcivescovo e primate d'Irlanda Hussher nel 1650 stabiliva nel suo *Annales veteris testamenti a prima mundi origine deducti* che la terra era stata creata il 23 ottobre del 4004 alle 12 del mattino. Un'altra fonte riporta che sarebbe stato il dottor Lightfoot (1607-1675), in Gran Bretagna, a dichiarare che l'uomo sarebbe stato creato il 23 ottobre del 4004 a.C. alle 9 del mattino¹³. Secondo s. Pietro (2,3:8), Dio fece la terra in sei giorni, l'«esamerone», come era chiamata la creazione dal reverendo Thomas Burnet alla fine del XVII secolo; e siccome un giorno rappresentava mille anni, il mondo doveva durarne in tutto seimila.

Per i geologi moderni i millenni della Bibbia sono diventati atomi del tempo storico e la data proposta in base agli studi biblici sembra oggi un'assurdità: ma bisogna pensare che il calcolo di allora era fondato su dati per quell'epoca assai credibili (si noti che anche Newton collaborò a quel tipo di cronologia).

¹² Vattimo G., 1983, Il tempo nella filosofia del Novecento, in *Il mondo contemporaneo*, v. X, t. 1, *Gli strumenti del comunicare*. La Nuova Italia, Firenze, p. 881.

¹³ Clegg E.J., 1971, *Homo sapiens*. Boringhieri, Torino, p. 16.

Evoluzione dell'uomo

Tra le rovine del tempo i paleoantropologi hanno cercato le prime prove dell'evoluzione dell'uomo. Dopo aver raccolto circa 250.000 fossili tra cui più di 2000 ossa umane e preumane datate tra 3 e 2 milioni di anni dal presente, i paleoantropologi hanno teorizzato che l'evoluzione umana ha seguito un particolare modello, un *feed-back* positivo¹⁴ apparentemente senza effetti inibitori retrogradi. Sotto la spinta di un evento scatenante (una specie di 'calcio d'inizio'), quale ad esempio un cambiamento climatico di grandi proporzioni, che circa sette milioni di anni fa ha costretto alcuni Primati africani ad abbandonare l'ambiente arboricolo per iniziare una forma di vita sempre più terricola, i meccanismi evolutivi si sono succeduti a cascata in modo da accelerare come in un crescendo quelle funzioni che l'ominide (forma ancestrale dell'uomo) aveva ereditato dai suoi parenti più prossimi. Questi caratteri primitivi erano la visione binoculare, un pollice opponibile, una buona coordinazione occhio-mano, un bipedismo occasionale, l'uso di utensili, un'attività di caccia saltuaria, ma soprattutto le grandi dimensioni del cervello relativamente al corpo, superiori a quelle di tutti gli altri mammiferi.

L'esplosione adattativa di queste condizioni ancestrali ipotetiche si è verificata con ogni probabilità in quella che Yves Coppens ha chiamato *East side story*, l'evoluzione dei primi ominidi nell'Est Africa o Africa orientale¹⁵. È sorprendente constatare che tutti i resti fossili più antichi della nostra specie sono presenti proprio nella parte australe dell'Africa, dove milioni di anni fa la savana ha sostituito le foreste, mentre nella parte occidentale dominano le scimmie arboricole e le grandi scimmie antropomorfe. Un evento geo-climatico di grandi proporzioni ha costretto i primati ad abbandonare la sicurezza della vita arborea per avventurarsi in un mondo certamente più pericoloso, ma nello stesso tempo scenario di un adattamento più efficiente: il bipedismo terrestre.

Quanto tempo è stato necessario perché gli ominidi si adattassero a questo nuovo *habitat*? Bisogna considerare innanzitutto che, paragonata alla formazione della Terra, ricostruita in base ai calcoli astrofisici, la comparsa dell'uomo rappresenta – in termini temporali, beninteso –

¹⁴ *Feed-back* (retroazione): termine con cui viene indicato un particolare meccanismo di controllo di alcune funzioni biologiche (come la secrezione di ormoni, l'attività di enzimi, etc.) che consiste nella regolazione esercitata dai prodotti di un processo chimico o biologico sul processo stesso. Questa regolazione può risultare in una attivazione (*feed-back* positivo) o in una inibizione (*feed-back* negativo). Nell'evoluzione umana, essendo un processo inarrestabile e ancora in atto, si parla di *feed-back* positivo.

¹⁵ Coppens Y., 1985, *La scimmia, l'Africa e l'uomo*. Jaca Book, Milano.

un evento del tutto trascurabile: «Se immaginiamo la storia della Terra come un libro di un migliaio di pagine, allora le Alpi si formarono a tre pagine dalla fine [...]. L'uomo di Neandertal e gli artisti delle caverne sono segnati nell'ultima riga di quella pagina. Le prime civiltà, come i Sumeri, sono nelle ultime otto lettere. Il periodo in cui viviamo sarebbe invisibile. Tanto breve è la vita dell'uomo in paragone alla storia della Terra»¹⁶. L'evoluzione dell'uomo si concretizza negli ultimi 7-5 milioni di anni: poco o nulla, in confronto all'età della Terra.

Quanto viveva l'uomo nel passato?

Secondo i paleoantropologi, l'uomo della preistoria aveva una speranza di vita che non doveva essere molto diversa da quella del primate a lui più prossimo e con cui condivideva molti caratteri primitivi: lo scimpanzè (genere *Pan*). Questo primate può vivere circa 37 anni in media, con una durata massima di vita di 47 anni circa. I primati sono gli organismi che vivono più a lungo di ogni altro mammifero di taglia analoga, ed esiste una correlazione tra durata della vita e encefalizzazione (vale a dire il rapporto tra le dimensioni cerebrali e la massa corporea). L'uomo raggiunge lo *zenith* delle relazioni tra encefalizzazione e durata di vita.

Una grande importanza riveste anche la storia naturale delle varie specie. Le specie con vita più lunga sono anche le meno feconde, quelle che tendono a maturare più tardi, e che danno alla luce una prole di maggiori dimensioni e poco numerosa; esse inoltre hanno una mortalità infantile inferiore rispetto a quella di specie a vita più corta.

La determinazione dell'età negli scheletri preistorici ha dimostrato che l'uomo viveva più o meno fino ai 50 anni¹⁷. Sembra che nel *Pithecantropus* della Cina la chiusura delle suture craniche avvenisse ad un'età più giovane rispetto all'uomo moderno, e di conseguenza l'età stimata risulterebbe più alta¹⁸. Complessivamente, la maggior parte degli scheletri degli ominidi preistorici sono infantili o giovanili, cosicché si stima che meno del 5% degli individui di quell'epoca arrivasse ai 50 anni¹⁹. In ogni caso, si può dire che da almeno 100.000 anni l'uomo conserva l'attuale limite massimo di vita (*maximum life span*), che nel passato era difficilmente raggiungibile a causa delle diverse

¹⁶ Collins D., 1980, *L'avventura della preistoria*. Newton Compton, Roma, p. 28.

¹⁷ Vallois H., 1971, La vita sociale dell'uomo preistorico: gli elementi esibiti dagli scheletri. In: Washburn S.L.(ed.), *Vita sociale dell'uomo preistorico*. Rizzoli Editore, Milano, pp. 339-369.

¹⁸ Weidenreich F, 1939, The duration of life in fossil man in China and the pathological lesions found in the skeleton. *Chinese Medical Journal* 55: 34-44.

¹⁹ Simons E.L., 1989, Human origins. *Science* 245: 1343-1350.

caratteristiche ambientali, della maggiore aggressività intraspecifica (testimoniata da segni di traumi, cannibalismo, ecc.) e della mancanza di presidi terapeutici.

In periodi più recenti, anche se le informazioni a nostra disposizione sono abbastanza labili, possiamo dire che nei loro papiri gli Egiziani parlano di una vita massima di 110 anni (il limite attuale è di 123 anni²⁰), mentre alcuni individui sono stati descritti nel pieno dei loro ottant'anni²¹. È probabile che nell'antica Grecia l'uomo potesse vivere fino agli 80 anni²²; Aristotele parla spesso di vecchi, anche se non ne specifica l'età²³. Per almeno il 3% le iscrizioni funerarie dell'antica Roma parlano di uomini vissuti fino a più di cento anni, anche se le età possono essere state esagerate²⁴. Nelle colonie romane del Nord Africa, un'iscrizione parla di una persona di 82 anni²⁵, mentre resti scheletrici di individui anziani sono stati trovati in un insediamento romano della Romania²⁶. Risulta impossibile invece interpretare le descrizioni relative ai patriarchi biblici, che si ritiene fossero vissuti fino a 900 anni: ma alcuni individui hanno sicuramente raggiunto i settant'anni, come riportano i Salmi (il Salmo 90:10 fissa a 70 anni il limite della vita umana, anche se la seconda parte parla di 80 anni). Con un metodo di stima dell'età di buona precisione²⁷ recentemente si è riusciti a stimare l'età media degli scheletri di una necropoli longobarda del Vicentino²⁸: l'età media di morte dei maschi (N = 31) è risultata essere di 40,02 anni (mediana = 39,47 anni), quella delle femmine (N = 28) di 38,26 anni (mediana = 39,51 anni).

Gli scavi nei cimiteri medievali hanno portato alla luce resti scheletrici di individui la cui età stimata è di circa 60 anni²⁹. A partire dal

²⁰ Il 22 febbraio 1995 Jeanne Louise Calment, una donna nata ad Arles, nel sud della Francia 13 anni prima che Vincent Van Gogh vi si trasferisse da Parigi, divenne la prima 120enne certa della storia dell'umanità. Morì nel 1998, all'età di 123 anni.

²¹ Zeman F.D., 1942, Old age in ancient Egypt. *Journal of the Mount Sinai Hospital* 8: 1161-1165.

²² Hansen M.H., 1986, *Demography and Democracy: The Number of Athenian Citizens in the Fourth Century B.C.* Forlaget systime A/G, Copenhagen.

²³ Howell T.H., 1988, Aristotle's remarks on old men. *Age and Aging* 17: 352-353.

²⁴ Hopkins K., 1966, On the probable age structures of the Roman population. *Population Studies* 20: 245-264.

²⁵ Durand J.D., 1960, Mortality estimates from Roman tombstone inscriptions. *American Journal of Sociology* 65: 365-373.

²⁶ Fries B., 1983, Roman life expectancy: the Panonian evidence. *Phoenix* 37: 328-344.

²⁷ Drusini A.G., Toso O., Ranzato C., 1997, The Coronal Pulp Cavity Index: A Biomarker for Age Determination in Human Adults. *American Journal of Physical Anthropology* 103: 353-363.

²⁸ Drusini A.G., Bredariol S., Carrara N., Ripa Bonati M., 2000, Cortical Bone Dynamics and Age-related Osteopenia in a Longobard Archaeological Sample from Three Graveyards of the Veneto Region (Northeast Italy). *International Journal of Osteoarchaeology* 10: 268-279.

²⁹ Russell J.C., 1987, *Medieval Demography*. AMS Press, New York.

Rinascimento, nell'Europa occidentale diventa possibile determinare con più precisione la durata della vita umana: in quel tempo venivano tenuti abbastanza sistematicamente e regolarmente i registri recanti le nascite, i matrimoni, le morti e anche i primi tentativi di censimento della popolazione. I demografi storici hanno utilizzato questi dati per descrivere la struttura per età della popolazione e per stimare la speranza di vita media, che sembra sia stata di circa 30 anni nel XVI, XVII e XVIII secolo³⁰. L'attesa di vita all'età di 30 anni, tuttavia, una volta superate le difficoltà dell'infanzia, dell'adolescenza e della giovinezza, era in media di altri 30 anni o più. Assai più elevata era la durata media di vita dei Dogi di Venezia nel '500: l'età media all'elezione era di 74 anni, mentre l'età media alla morte era di 81 anni (la durata media dei 15 «Dogadi» del Cinquecento era di 6.66 anni)³¹.

Si è stimato che una donna nata in Inghilterra nel XVII secolo avesse, all'età di 60 anni, un'attesa di vita media di altri 12 anni. Presso molte popolazioni, nello stesso periodo il 5 e il 10% degli individui aveva superato i 60 anni, ma la stima dell'1-2% di individui di 75 o 80 anni sembra un po' esagerata³². Lo spettro di una morte prematura o di una morte improvvisa spesso incombeva sulle popolazioni di quell'epoca, per non parlare delle carestie, delle epidemie ricorrenti e dell'elevata mortalità infantile. Nel 1517 Michelangelo, all'età di 42 anni, in una lettera ai Medici, sosteneva di sentirsi già vecchio, ma poi visse fino a 89 anni³³. Dante descrisse i suoi 35 anni come «nel mezzo del cammin di nostra vita» e infatti morì quando ne aveva 56.

A partire dal XIX secolo in molti Paesi l'attesa di vita alla nascita aumentò considerevolmente, da meno di 40 a più di 50 anni, cioè di circa una decade in un secolo. Meno informazioni si hanno a proposito delle popolazioni dell'area extra-occidentale, ma un singolare documento proviene dall'Isola di Pasqua, in cui è stata ricostruita l'età alla morte di un campione di individui vissuti in un'epoca precedente al contatto con gli europei, che avvenne il 5 aprile del 1722³⁴. L'età media

³⁰ Knodel J.E., 1988, *Demographic Behavior of the Past*. Cambridge University Press, Cambridge; Laslett P., 1985, Societal development and aging. In: Binston R.H., Shanas E. (eds.), *Handbook of Aging and the Social Sciences*. Van Nostrand Reinhold, New York, pp. 199-230; Vinovskis M.A., 1971, The 1789 life table of Edward Wigglesworth. *Journal of Economic History* 31: 570-590.

³¹ Maurizio Ripa Bonati, comunicazione personale.

³² Laslett, 1985, *op.cit.*

³³ Gilbert C., 1967, When did a man in the Renaissance grow old? *Studies in the Renaissance* 14: 7-32.

³⁴ Drusini A.G., Cristino F.C., 1998, Femoral Diaphyseal Population Density and Histomorphometric Age Determination for the Tongariki Easter Islanders. In: Vargas Casanova P. (ed.), *Easter Island and East Polynesian Prehistory*. Proceedings II International Congress on Easter Island & Eastern Polynesian Archaeology. Instituto de Estudios Isla de Pascua, FAU, Universidad de Chile, pp. 159-164.

di morte, determinata attraverso lo studio delle modificazioni con l'età delle microstrutture ossee del femore, nei maschi (N = 9) era di 48,86 anni (dev. st. = 4,95), nelle femmine (N = 11) di 44,10 anni (dev. st. = 8,15). In un campione di confronto rappresentato da scheletri di europei (Norditalia) vissuti tra il XIX e il XX secolo, l'età di morte dei maschi (N = 81) era di 40,00 anni (dev. st. = 16,15), quella delle femmine (N = 70) di 35,94 anni (dev. st. = 15,08).

Oggi (in Italia come in molti altri Paesi d'Europa) la vita media è di 74 anni per l'uomo e di 82 per la donna. Ciò equivale a dire che nell'arco di 4-5 milioni di anni l'uomo ha triplicato non solo il volume del cervello, ma anche la sua durata massima di vita. Oggi un bambino che nasce negli Stati Uniti o in un paese europeo avanzato ha buone probabilità di diventare centenario.

Quanto potrà vivere l'uomo nel futuro?

Prima di rispondere a questa domanda dobbiamo porci due quesiti preliminari:

- perché il cervello dell'uomo si è evoluto in misura così sproporzionata rispetto a quello delle scimmie?
- che relazione c'è tra l'aumento di dimensioni (ma anche di complessità) del cervello e il prolungamento della vita umana?

Per rispondere a queste domande è necessario considerare due fatti apparentemente non connessi tra loro:

- il piccolo dell'uomo ha l'infanzia più prolungata dei piccoli di tutti gli altri mammiferi;
- l'uomo adulto conserva in grado maggiore i caratteri infantili: questo principio biologico va sotto il nome di 'neotenia' (o 'pedomorfosi').

Aristotele sosteneva che non è possibile capire la vera essenza di un fenomeno se non lo si segue fin dal suo inizio (in realtà, Eraclito di Efeso lo aveva preceduto in questa affermazione quando sosteneva che chi vede qualcosa crescere ne ha la migliore comprensione). C'è però anche una legge biologica che dice che tanto più antica è l'evoluzione di un organo, tanto più è difficile ricostruirne la filogenesi: e il cervello rientra in questa legge. Manca quindi, nell'ambito delle chiavi di lettura dell'evoluzione umana, «la chiave di tutte le chiavi», la comprensione del meccanismo dell'evoluzione cerebrale che nella preistoria possiamo documentare solo in termini quantitativi (volumetrici) e in relazione alla cultura materiale.

Sappiamo comunque che il cervello umano ha una crescita di tipo allometrico (il principio allometrico si riferisce alla differente velocità

di crescita dei vari organi corporei): mentre gli altri organi sono ancora rudimentali, il cervello alla nascita è già sviluppato, per cui un bambino di 7-8 anni ha già un volume cerebrale pari al 78% del volume dell'adulto. Questo si verifica perché spetta al cervello il compito di sovrintendere allo sviluppo delle altre funzioni biologiche. Nel contempo, però, il bambino sfrutta il lungo periodo dell'infanzia attivando la sua complessità cerebrale attraverso gli scambi verbali e le effusioni tra lui e la madre, anche se – come in tutte le cose – c'è un prezzo da pagare. Nel caso del bambino, il prezzo da pagare è il rischio di non poter essere autosufficiente come i piccoli di qualunque altra specie animale, che già pochi giorni dopo lo svezzamento sono in grado di procurarsi il cibo e di sopravvivere. Tuttavia, il vantaggio acquisito dal piccolo dell'uomo – uno dei quali è lo sviluppo di un linguaggio complesso – è incommensurabile, e fa dello sviluppo umano un evento unico nella storia dell'evoluzione: un processo bio-culturale che rappresenta l'esempio più evidente di *feed-back* positivo.

Disposable soma theory e The Expensive Tissue Hypothesis

La neotenia è quindi un'interpretazione morfologico-evolutiva che vede nell'uomo una specie di forma giovanile della scimmia. Essa deve aver svolto un ruolo importante anche nell'evoluzione della longevità. A parte la tartaruga e qualche altro mammifero, l'uomo è infatti l'essere biologico che vive più a lungo: anzi, in seguito vedremo che è la donna l'essere biologico più longevo.

Le scoperte e le teorie sull'evoluzione bio-culturale di *Homo sapiens* ha convinto molti paleoantropologi del fatto che la moderna longevità della specie umana è legata in particolare ai mutamenti evolutivi che riguardano, oltre alla neotenia, anche l'alimentazione, l'organizzazione cerebrale, le nuove strategie per incamerare energia, fino alla struttura sociale. In particolare, un'ipotesi chiamata «*The Expensive Tissue Hypothesis*» (ipotesi del tessuto dispendioso) ci offre la spiegazione dell'apparente paradosso dell'encefalizzazione umana. Quest'ipotesi propone che fin dalla forma più antica del genere *Homo* (2.0 milioni di anni dal presente) il crescente costo energetico di un organo cerebrale molto encefalizzato debba essere stato equilibrato da una riduzione delle dimensioni di altri tessuti corporei molto costosi dal punto di vista energetico. Recentemente, i paleoantropologi³⁵ hanno aggiunto delle nuove argomentazioni a sostegno di quella che è stata

³⁵ Aiello L., Wheeler P., 1995, The Expensive-Tissue Hypothesis. The Brain and the Digestive System in Human and Primate Evolution. *Current Anthropology* 36(2): 199-221.

chiamata «The Expensive-Tissue Hypothesis», e cioè che con l'evoluzione di *Homo* lo stress energetico di un cervello voluminoso ha dovuto essere bilanciato dal costo più ridotto di un apparato digerente di dimensioni più ridotte. La teoria neurale dell'invecchiamento considera il cervello un vero e proprio «pozzo senza fondo» che ha causato col tempo una restrizione nutritiva nel resto del corpo. Dato che la restrizione dietetica è l'unico metodo per aumentare significativamente la longevità e l'aspettativa di vita in un vasto range di metazoa, mammiferi inclusi e compresi gli animali da esperimento³⁶, i paleoantropologi hanno concluso che l'encefalizzazione ha avuto il vantaggio di aumentare la longevità promuovendo la restrizione nutritiva nel resto del corpo. Nel contesto globale dell'evoluzione della longevità dobbiamo prendere in considerazione quindi sia l'accrescimento rallentato dell'uomo nel periodo infantile (neotenia) e il conseguente aumento degli anni di vita, sia la 'gracilizzazione' dell'uomo anatomicamente moderno rispetto, per esempio, alla più massiccia corporatura dell'*Homo neanderthalensis*. Alla fine, però, il surplus nutritivo caratteristico della moderna società occidentale sta superando progressivamente alcuni degli adattamenti evolutivi metabolici e cerebrali instauratisi nel passato, favorendo l'insorgenza di patologie età-correlate, come il diabete mellito e il morbo di Alzheimer.

Un'altra interessante teoria antropologica della longevità è stata recentemente formulata dal biologo Thomas Kirkwood³⁷ che l'ha chiamata «teoria del soma disponibile» (*Disposable Soma Theory*), recentemente volgarizzata in «teoria del soma usa e getta». Questa teoria è in analogia con la pratica industriale di investire poco sulla durevolezza degli oggetti che sono destinati a un uso limitato nel tempo: quindi, dal punto di vista evolutivo, è meglio investire sulla durata di una cellula cardiaca che su quella dei capelli, e così via. Ora, nel corso della selezione naturale la donna è stata geneticamente programmata per resistere più a lungo all'invecchiamento in relazione al fatto che spetta a lei mettere al mondo i figli, avvenimento che in sé richiede un notevole investimento energetico (in alcuni stati africani la donna ha in media 8 figli ed esistono casi di donne che hanno partorito anche 15 figli). Kirkwood vede l'organismo vivente come una «scatola nera», nella quale i due scopi principali sono ottenere energia dall'ambiente e lasciare una discendenza. È chiaro che l'organismo necessita di energia anche per svolgere altre funzioni: ad esempio, per crescere e svilupparsi, e infine per proteggersi. In più, esso deve convertire energia per

³⁶ È noto che i ratti di laboratorio cui è stato sottoposta una restrizione calorica vivono circa un terzo in più di quelli sottoposti a una dieta normale.

³⁷ Kirkwood T., 1999, *Time of our lives*. Weidenfeld & Nicholson, London.

conservare intatto il suo codice genetico e preservare le sue cellule germinali. L'energia però non è infinita, e quello che inevitabilmente succede è che l'energia convertita in qualche beneficio non è più disponibile per un altro.

Sappiamo che nel corpo umano esistono fundamentalmente due tipi di cellule:

- le cellule germinali, destinate alla riproduzione;
- le cellule somatiche, che non servono alla riproduzione e sono *disposable*, ossia «a perdere».

Pertanto, le cellule somatiche sono mortali, mentre le cellule germinali sono immortali, perché l'organismo deve mantenere intatto il suo materiale genetico. L'organismo non potrebbe convertire la stessa quantità di energia nelle cellule germinali e nelle sue cellule somatiche contemporaneamente, perché sarebbe un inutile spreco di risorse. Inoltre, investire troppo nelle cellule somatiche significherebbe investire meno nella riproduzione. Il bilancio tra il mantenimento delle due classi di cellule dipende dalla situazione ecologica dell'organismo: per esempio, per una specie soggetta a una mortalità elevata sarà più proficuo investire nella riproduzione che nella longevità. Al contrario, una specie con bassa mortalità investirà di più nella longevità. L'esempio che segue ci dirà come questa teoria appare ragionevolmente fondata.

Esempio 1: il ratto comincia a riprodursi all'età di 6 mesi, può avere diverse figlie in un anno e ha una durata massima di vita di più o meno 3 anni.

Esempio 2: il gatto domestico comincia a riprodursi a 1 anno, dà alla luce 1-2 figli per anno e ha una durata di vita di 15-20 anni.

Esempio 3: il cavallo partorisce un figlio all'anno e ha una vita di 20-30 anni.

La teoria di Kirkwood fornisce una spiegazione evolutiva dell'invecchiamento e ci aiuta a capire perché la biosenescenza è un fenomeno individuale (ogni individuo – e ogni specie – invecchia alla sua maniera).

Il valore adattativo della menopausa

È abbastanza raro per gli zoologi che lavorano sul terreno incontrare animali che continuano a vivere anche dopo aver concluso il loro periodo riproduttivo. Dal punto di vista evolutivistico, questo dato è abbastanza ovvio: se l'età fertile coincidesse con la durata della vita, sarebbe una catastrofe per l'ambiente naturale e per l'equilibrio biologico delle specie.

Sappiamo che i primati sono gli animali più simili all'uomo. Così,

la primatologa Jane Goodall³⁸ ha osservato femmine di babbuino che sono sopravvissute alla menopausa. Non che la menopausa in natura non esista, ma secondo gli zoologi è talmente rara da rappresentare un fenomeno poco importante, per il semplice fatto che la maggior parte degli animali non vive abbastanza a lungo per conoscerla. Al contrario, nella donna la menopausa è un fenomeno normale e universale, come hanno dimostrato di recente alcuni biologi umani³⁹. Può darsi però che nella futura evoluzione della nostra specie la menopausa possa cambiare, e che le donne possano abituarsi a vivere con tassi ormonali più bassi.

A questo punto possiamo chiederci: se la donna gode di una vita più lunga rispetto all'uomo, ha senso domandarci se la sua vita riproduttiva sia più corta di quella dell'uomo? Sì, effettivamente è proprio così. Più della metà degli uomini di 70 anni sono fecondi, mentre la maggior parte delle donne a un'età mediana di 50 anni (tra 49 e 51) sono in menopausa⁴⁰. Il massimo potenziale riproduttivo della donna si colloca a 25 anni di età: una donna di 35 anni ha già una certa difficoltà a restare incinta. A differenza di molti animali, gli esseri umani cessano la produzione di uova prima della nascita: i 7 milioni di ovuli che un feto di 5 mesi tiene nelle sue ovaie rappresentano la dotazione totale della vita di una donna. Inoltre, ben presto questi ovuli cominciano a morire: alla nascita ne rimarranno solamente 1-2 milioni; alla pubertà, sono 250.000 (1/30 della dotazione originaria). A ogni mestruo, molti ovuli normalmente muoiono.

La donna quindi perde ovuli a un ritmo costante ogni anno, ma a 35 anni questo ritmo raddoppia (ma non se ne conosce il perché). Al momento della menopausa, rimangono pochi ovuli: le mestruazioni cessano, e i livelli di estrogeno e progesterone prodotti dalle ovaie calano. Sarebbe più giusto se le donne e gli uomini invecchiassero dal punto di vista riproduttivo allo stesso ritmo, ma non è così: la «menopausa mascolina» non esiste, se non come sintomo psicologico, perché l'uomo continua a produrre sperma per tutta la vita e il testosterone diminuisce in media solo dell'1% all'anno.

³⁸ Goodall J., 1971, *In the shadow of man*. Houghton Mifflin Co., Boston.

³⁹ Vedasi ad esempio: Pavelka M.S.M., Fedigan F.M., 1991, Menopause: A Comparative Life History Perspective. *Yearbook of Physical Anthropology* 34: 13-38; Leidy L.A., 1994, Biological Aspects of Menopause: Across the Lifespan. *Annu. Rev. Anthropol.* 23: 231-253; O'Connor K.A., Holman D.J., Wood J.W., 1998, Declining fecundity and ovarian ageing in natural fertility population. *Maturitas. The European Menopause Journal* 30: 127-136.

⁴⁰ Pavelka M.S.M., Fedigan L.M., 1991, Menopause: a comparative life history perspective. *Yearbook of Physical Anthropology* 34: 13-38.

Per quale motivo si è evoluta la menopausa?

Bisogna pensare che dopo i 20 anni la donna ha sempre minori probabilità di avere un figlio, per un serie di motivi: il rischio di gravidanza, un maggior rischio di cancro mammario, il rischio per il bambino di morire o di avere difetti genetici. E parliamo anche del presente, non solo del passato. La balena femmina alla nascita ha una speranza di vita di 23 anni, il maschio 12. La balena femmina può raggiungere i 65 anni, il maschio 46. E la femmina ha la menopausa. Lo stesso succede all'orca marina, che può raggiungere gli 80 anni, mentre ben pochi maschi vivono fino ai 50. Anche l'orca marina ha la menopausa. Assolutamente nulla, nell'evoluzione delle balene e delle orche marine, può essere accaduto che possa aver migliorato le loro condizioni di vita: né il parto pilotato, né gli antibiotici, né l'intervento cesareo. Bisogna dire invece che le condizioni di vita di questi animali sono peggiorate rispetto al passato. Il più rapido invecchiamento riproduttivo e il più lento invecchiamento biologico nella femmina sembra essere quindi una caratteristica propria dei mammiferi. Il maschio «paga» la sua maggiore capacità riproduttiva con una minore longevità. La donna investe di più nella lunga distanza (*buy now, pay later*) perché è stata dotata di una maggiore resistenza genetica in funzione della gravidanza e del parto: infatti, essa è meno colpita dalle malattie degenerative come l'infarto, e in più gli ormoni estrogeni la proteggono da molti degli inconvenienti che contribuiscono a ridurre la vita dell'uomo. È probabile che dopo l'evoluzione della famiglia e in seguito alla divisione dei compiti in base al sesso, il maschio abbia dovuto pagare un tributo più pesante in termini di tempo di vita in conseguenza dei maggiori rischi connessi all'attività venatoria e all'aggressività, così come nella società moderna egli paga con una morte più precoce il prezzo di una vita sottoposta a un carico di *stress* e di pressione psicologica più forti.

La durata della vita dell'uomo è scritta nei suoi geni?

La risposta a questa domanda è: in parte sì, in parte no.

Sì, perché è stato osservato che l'espressione di alcuni geni in *Drosophila* e in altri organismi modifica la durata massima di vita negli animali da esperimento, e inoltre esistono delle sindromi legate a delle anomalie cromosomiche che conducono a un invecchiamento precoce (sindromi progeroidi, come la sindrome di Werner, basata su un'anomalia del braccio corto del cromosoma 6). No, perché se la durata della vita fosse strettamente programmata, l'uomo non avrebbe triplicato

cato la sua durata massima di vita dalla preistoria fino ad oggi.

L'uomo è il prodotto combinato dell'*eredità* e dell'*ambiente* e la sua evoluzione è di tipo *bioculturale*. La cultura è quel fenomeno superorganico che sfugge ai determinismi e attraverso il quale, migliorando la qualità dell'esistenza, l'uomo ha potuto potenziare le sue risorse vitali e quindi la sua resistenza alla morte (perché in fondo, biologicamente parlando, la nostra vita altro non è che la resistenza alla morte). I paleoantropologi affermano che l'uomo si è evoluto per milioni di anni in un ambiente completamente diverso da quello in gran parte artificiale in cui si trova tuttora, per cui si può dire che il processo dell'omizzazione non si è ancora completato e l'umanità ha ancora molto cammino da percorrere. «L'affermazione che egli [*l'uomo*] sia già completamente umanizzato è molto discutibile» – afferma John E. Pfeiffer⁴¹ – «e pone interrogativi cui è difficile rispondere: per esempio, perché così sovente si comporti in un modo che egli stesso considera inumano».

Stephen Jay Gould⁴² risolve elegantemente la contraddizione tra la continuità e i bruschi salti del percorso evolutivo: «Noi abbiamo bisogno di un concetto di graduale modificazione per far sì che la speranza che abbiamo costruito attraverso la lotta per l'esistenza possa persistere e perfino accrescersi, in breve, per avere un senso della continuità. Ma abbiamo bisogno anche della possibilità di un cataclisma, mediante il quale, quando la situazione sembra non avere uscita, e al di là del potere di ogni forza naturale contro il progresso, noi possiamo anticipare la salvezza con un messia, un eroe, un *deus ex machina* o qualche altro agente che abbia il potere di spezzare l'insopportabile e di raggiungere l'inottenibile».

Conclusioni

Le età dell'uomo, dunque, non sono ancora un capitolo chiuso. Ma da queste riflessioni risulta chiara la necessità di un cambiamento di prospettiva nella ricerca sull'invecchiamento. Recentemente, Olshansky e collaboratori⁴³ hanno affermato che se l'uomo fosse fatto per vivere a lungo il suo corpo sarebbe modellato in modo decisamente diverso. Non sarebbe lecito, quindi, incolpare chicchessia di aver abu-

⁴¹ Pfeiffer J.E., 1973, *La nascita dell'uomo*. Arnoldo Mondadori Editore, Milano, p. 15.

⁴² Gould S.J., 1997, *Questioning the millennium*. Harmony Books, New York., pp. 31 segg.

⁴³ Olshansky S.J., Carnes B.A., Butler R.N., 2001, Se gli esseri umani fossero fatti per durare. *Le Scienze* 391: 90-95.

sato troppo del suo organismo in gioventù con uno stile di vita troppo indulgente o dissoluto: «Certamente, qualunque stupido riesce molto bene ad abbreviare la propria vita. Ma è scorretto accusare qualcuno per le conseguenze di aver ereditato un organismo privo di perfetti sistemi di riparazione e di mantenimento, che non è fatto per durare a lungo; invecchieremmo ugualmente anche se riuscissimo a identificare e adottare un mitico stile di vita ideale»⁴⁴.

Ora, nell'epoca della scienza e della tecnica, viene spontanea una domanda: le biotecnologie consentiranno un domani all'uomo di vivere sempre più a lungo? Al momento, per questa domanda non esistono risposte precise, ma solo aspettative. Ciò che è certo, è che quella che il filosofo Emanuele Severino chiama «la fede nel divenire» – cioè la promessa della scienza, della tecnologia e dell'ingegneria genetica di riuscire un domani a trovare la soluzione di tutti i problemi, di tutte le malattie e quindi anche dell'invecchiamento – spesso maschera la soluzione dei veri problemi. E a volte fa dimenticare che l'ansia di conoscere come sarà il futuro richiede un'osservazione più accurata e profonda del passato perché, se vuole progredire, l'uomo deve guardare indietro non meno che avanti. Al *take time* del percorso evolutivo del passato dobbiamo quindi aggiungere un *take memory* nella contemporaneità del presente: una connessione più profonda, dunque, tra *tempo* e *memoria*, per imparare di più dal nostro passato.

Del resto, come scrive Paul Valéry, noi abbiamo questa strana perversione del tempo per cui possiamo esperire il presente solo attraverso il passato: e la stessa cosa affermava anche Baudelaire nel famoso sonetto *La passante*, a proposito dell'esperienza del presente che sparisce d'incanto come la gamba di una donna dopo ogni passo, per cui io vivo questa esperienza soltanto riproducendola, perché è già scomparsa. A queste affermazioni sembra far eco Nietzsche in *Così parlò Zarathustra* quando scrive: «la nostalgia di quell'attimo mi consuma». L'attimo che infine, secondo Bachelard⁴⁵, in questo continuo trascorrere del tempo, è l'unico a poter darci lezioni di eternità.

Le età dell'uomo sono in fondo la nostra memoria, che come una *petite phrase* proustiana emerge ogni tanto dalla profondità del tempo: vale la pena andarla a cercare? Si può rispondere a quest'ultima domanda con le parole tratte da un'opera del grande preistoriologo André Leroi-Gourhan⁴⁶, che chiudono il capitolo finale del libro *Paleontologia umana. Evoluzione, adattamento, cultura*⁴⁷: «Studiare la preisto-

⁴⁴ Olshansky S.J., Carnes B.A., Butler R.N., *op.cit.*, p. 91.

⁴⁵ Bachelard G., 1973, *L'intuizione dell'istante*. Dedalo, Bari.

⁴⁶ Leroi-Gourhan A., 1976, *Gli uomini della preistoria*. Feltrinelli, Milano, p. 149.

⁴⁷ Drusini A.G., Swindler D.R., 1996, *Paleontologia umana. Evoluzione, adattamento, cultura*. Jaca Book, Milano.

ria solo per esercitare la propria curiosità su un bric-à-brac di ciottoli e di ossa frantumate sarebbe veramente sciocco; meglio ascoltare il canto degli uccelli e delle acque correnti [...]. Ma approfittare di ciò che sappiamo del passato per meglio comprendere che cos'è l'uomo, significa certamente rendere omaggio ai miliardi di esseri che sono vissuti e morti trasmettendo ai sopravvissuti i segreti della costruzione dei rudimentali utensili di pietra; sino al giorno in cui i loro discendenti hanno deciso che erano diventati *uomini saggi*».

Bibliografia

- Aiello L., Wheeler P., 1995, The Expensive-Tissue Hypothesis. The Brain and the Digestive System in Human and Primate Evolution. *Current Anthropology* 36(2): 199-221.
- Clegg E.J., 1971, *Homo sapiens*. Boringhieri, Torino.
- Collins D., 1980, *L'avventura della preistoria*. Newton Compton, Roma.
- Coppens Y., 1985, *La scimmia, l'Africa e l'uomo*. Jaca Book, Milano.
- Drusini A.G. *et al.*, 1996, The Anchyses Project: Multidisciplinary Research on Aging in Valdagno and Recoaro (Veneto Region, North-east Italy). *AAGE Newsletter* 17(3): 3-5.
- Drusini A.G., 2000, Population dynamics and aging. In: Siniarska A., Wolanski N. (eds.) *Ecology of Aging*. Kamla-Raj Enterprises, Delhi, pp. 193-204.
- Drusini A.G., Bredariol S., Carrara N., Ripa Bonati M., 2000, Cortical Bone Dynamics and Age-related Osteopenia in a Longobard Archaeological Sample from Three Graveyards of the Veneto Region (Northeast Italy). *International Journal of Osteoarchaeology* 10: 268-279.
- Drusini A.G., Cristino F.C., 1998, Femoral Diaphyseal Population Density and Histomorphometric Age Determination for the Tongariki Easter Islanders. In: Vargas Casanova P. (ed.), *Easter Island and East Polynesian Prehistory*. Proceedings II International Congress on Easter Island & Eastern Polynesian Archaeology. Instituto de Estudios Isla de Pascua, FAU, Universidad de Chile, pp. 159-164.
- Drusini A.G., Toso O., Ranzato C., 1997, The Coronal Pulp Cavity Index: A Biomarker for Age Determination in Human Adults. *American Journal of Physical Anthropology* 103: 353-363.
- Durand J.D., 1960, Mortality estimates from Roman tombstone inscriptions. *American Journal of Sociology* 65: 365-373.
- Fernandez-Ballesteros R., Schroots J.J.F., Rudinger G., 1998, EXCELSA/Pilot (Cross-European Longitudinal Study of Aging, Pilot Study). *European Psychologist* 3(4): 298-301.
- Fries B., 1983, Roman life expectancy: the Panonian evidence. *Phoenix* 37: 328-344.
- Gilbert C., 1967, When did a man in the Renaissance grow old? *Studies in the Renaissance* 14: 7-32.

- Goodall J., 1971, *In the shadow of man*. Houghton Mifflin Co., Boston.
- Gould, 1997, *Questioning the millennium*. Harmony Books, New York, pp. 31 segg.
- Hansen M.H., 1986, *Demography and Democracy: The Number of Athenian Citizens in the Fourth Century B.C.* Forlaget systime A/G, Copenhagen.
- Hopkins K., 1966, On the probable age structures of the Roman population. *Population Studies* 20: 245-264.
- Howell T.H., 1988, Aristotle's remarks on old men. *Age and Aging* 17: 352-353.
- Kirkwood T., 1999, *Time of our lives*. Weidenfeld & Nicholson, London.
- Knodel J.E., 1988, *Demographic Behavior of the Past*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Laslett P., 1985, Societal development and aging. In: Binston R.H., Shanas E. (eds.), *Handbook of Aging and the Social Sciences*. Van Nostrand Reinhold, New York, pp. 199-230.
- Leidy L.A., 1994, Biological Aspects of Menopause: Across the Lifespan. *Annu. Rev. Anthropol.* 23: 231-253.
- Maggi S., Minicuci N., Grigoletto F., Amaducci L., 1999, Italy. In: Schroots J.J.F., Fernandez-Ballesteros R., Rudinger G. (eds.), *Aging in Europe*. Biomedical and Health Research Vol. 17, IOS Press, Amsterdam, pp. 73-81.
- Marigliano V., 1995, *Invecchiamento e longevità*, C.E.S.I., Roma.
- Maurizio Ripa Bonati, comunicazione personale.
- O'Connor K.A., Holman D.J., Wood J.W., 1998, Declining fecundity and ovarian ageing in natural fertility population. *Maturitas. The European Menopause Journal* 30: 127-136.
- Olshansky S.J., Carnes B.A., Butler R.N., 2001, Se gli esseri umani fossero fatti per durare. *Le Scienze* 391: 90-95.
- ONU, Fact Sheet N°135, Revised September 1998.
- Pavelka M.S.M., Fedigan F.M., 1991, Menopause: A Comparative Life History Perspective. *Yearbook of Physical Anthropology* 34: 13-38.
- Pavelka M.S.M., Fedigan L.M., 1991, Menopause: a comparative life history perspective. *Yearbook of Physical Anthropolology* 34: 13-38.
- Pfeiffer J.E., 1973, *La nascita dell'uomo*. Arnoldo Mondadori Editore, Milano.
- Ricklefs R.E., Finch C.E., 1998, *L'invecchiamento. Una storia naturale*. Zanichelli Editore, Bologna.
- Russell J.C., 1987, *Medieval Demography*. AMS Press, New York.
- Simons E.L., 1989, Human origins. *Science* 245: 1343-1350.
- Vallois H., 1971, La vita sociale dell'uomo preistorico: gli elementi esibiti dagli scheletri. In: Washburn S.L.(ed.), *Vita sociale dell'uomo preistorico*. Rizzoli Editore, Milano, pp. 339-369.
- Vattimo G., 1983, Il tempo nella filosofia del Novecento. In: *Il mondo contemporaneo*, v. X, t. 1, *Gli strumenti del comunicare*. Nuova Italia, Firenze, p. 881.

- Vinovskis M.A., 1971, The 1789 life table of Edward Wigglesworth. *Journal of Economic History* 31: 570-590.
- Weidenreich F, 1939, The duration of life in fossil man in China and the pathological lesions found in the skeleton. *Chinese Medical Journal* 55: 34-44.
- Zeman F.D., 1942, Old age in ancient Egypt. *Journal of the Mount Sinai Hospital* 8: 1161-1165.