

La medicina rigenerativa. Tra prospettive utopiche e dilemmi etici

di Riccardo Campa

Un'utopia possibile

Se potessimo rigenerare le cellule, i tessuti e gli organi del nostro corpo a mano a mano che si corrompono, se potessimo riprogrammare le cellule come se fossero un *software*, se potessimo in altre parole fermare l'invecchiamento dell'intero organismo, potremmo prolungare la nostra vita illimitatamente. Senza dubbio morremmo comunque, in un incidente o per una malattia ancora sconosciuta, ma non saremmo più soggetti a quel lento, inesorabile, crudele processo degenerativo chiamato invecchiamento, che ci imbruttisce, indebolisce e uccide, giorno dopo giorno, ora dopo ora, minuto dopo minuto. Se riuscissimo a fermare l'invecchiamento, non potremmo più stabilire a priori, nemmeno approssimativamente, la lunghezza della vita di un individuo.

Come abbiamo mostrato in un altro scritto (Campa, 2016), avvalendoci degli strumenti offerti dalla storia delle idee, quello dell'eterna giovinezza è uno dei sogni più antichi dell'uomo. Un sogno che, se realizzato, avrebbe molte implicazioni politiche e sociali. Dalla scoperta dell'*elisir di lunga vita* potrebbe nascere una società utopica, simile alla Nuova Atlantide immaginata da Francesco Bacone: una società governata da sapienti, capace di dominare le potenze della natura, in cui tutti i cittadini vivono a lungo, felici e in salute. Oppure, potrebbe nascere una società distopica, dove solo una classe di privilegiati avrebbe accesso alle terapie di ringiovanimento, mentre le classi inferiori sarebbero condannate a vivere nella condizione attuale, ma con l'ulteriore rammarico di dover rinunciare a un miracolo a portata di mano.

Il vecchio sogno degli alchimisti si è ripresentato all'alba del nuovo millennio grazie agli sviluppi della medicina rigenerativa e, in particolare, delle terapie a base di cellule staminali (de Grey, 2016). La nuova pietra filosofale è la clonazione terapeutica. Il mercato che potrebbe nascere attorno a questo sviluppo della biomedicina sta già oggi attirando ingenti capitali. Google, nel 2012, ha nominato direttore scientifico dell'azienda il guru del transumanesimo, Ray Kurzweil. Il 16 giugno 2013, all'evento *Global Futures 2045*, Kurzweil ha stupito la platea con una delle sue profezie: «Somewhere between 10 and 20 years [from now], there is going to be tremendous transformation of health and medicine. By treating biology as software and reprogramming cells to treat diseases and other ailments, humans have already made tremendous progress in medicine. These will be 1,000 times more powerful by the end of the decade.

And a million times more powerful in 20 years» (Cohan, 2013). Lo stesso anno Google ha fondato Calico (acronimo per *California Life Company*), una società di biotecnologie che ha immediatamente annunciato un investimento di 250 milioni di dollari, con l'obiettivo di sconfiggere l'invecchiamento. Il gigante farmaceutico AbbVie, con sede a Chicago, ha annunciato che collaborerà al progetto mettendo subito in campo altri 250 milioni di dollari. Entrambe le aziende si sono inoltre impegnate ad aggiungere all'investimento iniziale mezzo miliardo di dollari ciascuna, facendo arrivare la cifra complessiva alla stratosferica cifra di un miliardo e mezzo di dollari (Popper, 2014). Questi investimenti fanno comprendere che si tratta di un'utopia possibile. Fermare la morte non è più soltanto il sogno di tecnofili visionari. Ora, è il progetto di potenti multinazionali. Ma la strada verso l'eterna giovinezza è irta di ostacoli, di natura tecnica e morale. Questo articolo propone una panoramica dei progressi tecnici nel campo della medicina rigenerativa e prende in esame alcuni dilemmi etici da essi generati.

Le cellule staminali

Presentiamo innanzitutto, almeno per sommi capi, i concetti chiave della medicina rigenerativa, altrimenti il discorso etico che la riguarda rischia di diventare inintelligibile. Le cellule staminali sono cellule presenti in ogni organismo vivente. La particolarità di queste cellule è che sono cellule non differenziate, o non specializzate. In altre parole, esse non hanno ancora una funzione ben precisa all'interno dell'organismo. Le cellule staminali assumono grande importanza sul piano terapeutico proprio grazie a questa proprietà. Possono, infatti, essere utilizzate per riparare organi o tessuti umani danneggiati. A differenza di ciò che molti pensano, non si tratta soltanto di una speranza o di una prospettiva futura. Da molti anni malattie come le leucemie o le ischemie cardiache vengono curate con cellule staminali, tramite trapianto. Le cellule staminali si trovano in alcuni tessuti dell'adulto, soprattutto nel midollo osseo, nell'embrione e nel cordone ombelicale. Le cellule staminali possono essere distinte in "staminali embrionali" e "staminali adulte". Queste ultime sono dette anche somatiche (dal greco "soma", ovvero "corpo"), una denominazione che ad alcuni pare più corretta, giacché esse non provengono soltanto da individui adulti, ma sono prelevate anche in bambini e cordoni ombelicali. Ciononostante, almeno a livello mediatico, si è ormai affermato l'uso dell'espressione "staminali adulte". A differenza delle staminali adulte, che vengono studiate da quasi 50 anni, le embrionali umane sono studiate solamente dal 1998, ovvero da quando si è riusciti, per la prima volta, a derivare e a mantenere in coltura quel tipo di cellula. Le staminali embrionali sono ottenute a mezzo di coltura e ricavate dalle cellule interne di una blastocisti. In altri termini, si estraggono principalmente da embrioni fecondati in vitro e crioconservati. Un

metodo alternativo è la clonazione in vitro mediante l'inoculo del patrimonio genetico di una cellula adulta in ovuli privati del nucleo. Il primo metodo implica l'utilizzo di un embrione con patrimonio genetico diverso da quello del paziente, mentre il secondo implica dare inizio alla clonazione del paziente, senza portarla a compimento, al fine di estrarre le cellule necessarie alla terapia. È la cosiddetta clonazione terapeutica. Le cellule staminali embrionali sono dette *totipotenti* (zigote) o *pluripotenti* (blastocisti) perché, al contrario di quelle adulte o somatiche, possono in teoria essere indotte a divenire cellule di qualsiasi tessuto umano. Possono trasformarsi in cellule del fegato, del cuore, delle ossa, del cervello, ecc. Le staminali adulte sono invece cellule non specializzate, reperibili tra cellule specializzate di un tessuto specifico. Si riproducono giornalmente per fornire alcune specifiche cellule: ad esempio, 200 miliardi di globuli rossi sono generati ogni giorno nel corpo da cellule staminali emopoietiche. Alcuni esperimenti hanno dimostrato anche la capacità di alcune cellule staminali adulte di rigenerare una molteplicità di tessuti, se opportunamente "riprogrammate". Perciò, si dice che sono *multipotenti*.

Per quanto riguarda le tecniche di estrazione delle staminali adulte, il sangue dal quale vengono ricavate le cellule è raccolto dal cordone ombelicale, attraverso un prelievo dalla vena ombelicale. Il prelievo può essere effettuato sia in caso di parto spontaneo che di taglio cesareo. Successivamente, viene calcolato il volume che non deve essere inferiore a 60 ml e la quantità di globuli bianchi che non devono essere inferiori a 800 milioni. Viene quindi eseguita la cosiddetta "tipizzazione HLA", un processo i cui risultati vengono registrati in un database mondiale e che servono per determinare se il ricevente è compatibile o meno con il tessuto ricevuto. A questo punto, il sangue viene deprivato dei globuli rossi e conservato in azoto liquido alla temperatura di -196° centigradi. Quando si rende necessario per un trapianto, viene scongelato, ripulito dalle sostanze criopreservanti e somministrato al paziente per endovena. Questa terapia può essere distinta in almeno quattro tipi: allogenica, autologa, singenica e xenogenica. Nella terapia allogenica le cellule staminali sono ottenute da un donatore estraneo. Se le cellule staminali provengono da altri individui, ma geneticamente identici (gemelli o, in prospettiva, cloni), la terapia è detta singenica. Se le cellule sono invece ricavate dallo stesso paziente sul quale saranno utilizzate, siamo nel caso della terapia autologa. Infine, la terapia è xenogenica, se le cellule sono provenienti da una specie diversa.

Sul piano strettamente tecnico, si possono addurre buone ragioni per sostenere l'importanza di entrambi i filoni della ricerca. Non così la pensano però i ricercatori, che tendono a dividersi in gruppi "ostili" e a dare una risposta polarizzata ai due programmi di ricerca (o paradigmi). Non bisogna essere sociologi della conoscenza per comprendere la ragione di questo comportamento. Il sistema accademico costringe gli scienziati a iperspecializzarsi e a competere duramente per ottenere finanziamenti pubblici e privati. La naturale conseguenza della struttura iperspecialistica e competitiva della scienza è che i ricercatori

sono *costretti*, soprattutto nell'ambito del discorso pubblico, a sovrastimare le prospettive del proprio paradigma e a sottostimare, o persino screditare completamente, quelle del paradigma avverso.

Gli schieramenti bioetici

Il conflitto sulla medicina rigenerativa si è rapidamente esteso al di fuori degli ambienti scientifici. Come per molti altri problemi bioetici, gli schieramenti si sono cristallizzati intorno a due posizioni che, nel mondo anglo-sassone, vengono chiamate “pro choice” e “pro life”, mentre in Italia si tende notoriamente a parlare di scontro tra “laici” e “cattolici”. Nessuno tra i contendenti nega l'opportunità della ricerca scientifica sulle cellule staminali, al fine di curare malattie ora ritenute incurabili e, in particolar modo, quelle degenerative. Tuttavia, i bioeticisti *pro life* enfatizzano i successi ottenuti nella ricerca sulle staminali adulte, per dichiarare l'inutilità della ricerca sulle cellule staminali embrionali, che reputano oltretutto immorale. Sostengono, infatti, che più di cento patologie sono ora curate con successo grazie all'utilizzo di cellule staminali adulte o somatiche, a fronte di risultati soltanto ipotetici nel campo delle staminali embrionali. I cattolici si oppongono allo studio delle staminali embrionali perché, per poter ottenere una linea cellulare (o stirpe, o discendenza) è necessaria la distruzione di una blastocisti, ovvero di un embrione non ancora cresciuto sopra le 150 cellule, che essi ritengono già un essere umano, una persona.

Dal canto loro, i bioeticisti *pro choice* respingono la tesi della personalità dell'embrione e sottolineano che la teoria biologica indica nelle cellule embrionali la strada maestra della ricerca, proprio per il carattere pluripotente delle stesse. Un successo della ricerca in questa direzione permetterebbe di curare tutte o quasi le malattie di tipo degenerativo. Insistono, in particolar modo, sul fatto che poco si sa sulle capacità potenziali delle cellule staminali adulte di riparare tutti gli organi e, inoltre, che i successi delle ricerche sulle staminali adulte dipendono anche da scoperte fatte in precedenza sul funzionamento delle staminali embrionali, nell'ambito della sperimentazione animale.

La ricerca sulle cellule staminali

I biologi impegnati sul fronte delle staminali adulte sottolineano spesso che l'utilizzo di cellule embrionali non ha ancora mostrato risultati terapeutici davvero significativi, mentre molti successi sono già stati ottenuti attraverso l'uso delle cellule somatiche. Per esempio, queste ultime sono state impiegate, a partire dal 1988, per curare il morbo di Gunther, la sindrome di Hunter, la sindrome di Hurler, la leucemia linfocitica acuta e altre patologie che interessano in

particolare i bambini. Per continuare con gli esempi, nel novembre del 2004, Song Chang-hun e Kang Kyung-sun, professori rispettivamente della Chosun University e della Seoul National University, hanno annunciato di avere isolato le cellule staminali dal cordone ombelicale e iniettato le stesse cellule nella zona danneggiata della colonna vertebrale di una paziente paralizzata. La donna, in seguito a questo trattamento, avrebbe riacquisito parzialmente la capacità di camminare, seppure aiutata da un tutore. Si tratta di un risultato, ottenuto con una terapia basata su cellule staminali multipotenti somatiche da cordone, che ha attirato anche l'interesse dei media (Tae-gyu, 2004). Ricercatori della McGill University di Montreal sono inoltre riusciti ad estrarre staminali adulte anche dal derma, lo strato più profondo della pelle (Toma *et al.*, 2001). Si tratta di cellule che hanno la funzione di favorire la rimarginazione di piccoli tagli. Queste staminali adulte si sono mostrate capaci di specializzarsi in diversi tipi di tessuto, tra i quali neuroni, cellule muscolari lisce e cellule adipose. Le fonti delle cellule staminali adulte sono localizzabili in quasi tutti gli organi del corpo. È opinione degli specialisti che esse siano reperibili anche nei vasi sanguigni, nella polpa dentaria, nell'epitelio digestivo, nella retina, nel fegato e nel cervello, anche se l'estrazione da tali zone del corpo si rivela problematica. Infine, ha avuto una certa eco mediatica la ricerca di Bodo-Eckehard Strauer (2010) e dei suoi collaboratori, incentrata sulla riparazione di cuori infartuati attraverso l'utilizzo di cellule staminali adulte prelevate dal midollo spinale. Un quotidiano italiano ha riportato la notizia che «cellule staminali prelevate dal midollo osseo del paziente ed iniettate nel cuore dopo un infarto gli ridanno vigore e abbattano di 4 volte la mortalità nei cinque anni successivi all'impianto» (D'Amico, 2010). Risultati incoraggianti, anche se questa ricerca è stata messa in dubbio per via di alcuni errori di aritmetica che esagerano oltre misura gli effetti della terapia (Francis *et al.*, 2013). I ricercatori hanno imputato gli errori alla fretta di pubblicare e hanno garantito di averli successivamente corretti. Non è, però, mancato chi non ha creduto alla loro buona fede e ha parlato di «frode», gettando tra l'altro un'ombra su tutto il campo di ricerca delle staminali (Lüscher, 2013).

Tra i risultati più rilevanti nella ricerca sulle staminali embrionali possono essere menzionati gli studi condotti dai ricercatori del prestigioso National Institute of Health (NIH) americano, i quali hanno mostrato che è possibile trasformare le cellule staminali embrionali in cellule che producono insulina (Lumelsky *et al.*, 2001). Questa scoperta ha acceso le speranze delle persone affette da diabete, una malattia che – in seguito all'allungamento della vita media – si presenta sempre più spesso. Essa viene, infatti, contratta più frequentemente da persone non più giovani (colpisce maggiormente gli individui di sesso maschile di età compresa fra i 45 e i 50 anni e le donne dopo i 55 anni). Secondo l'International Diabetes Federation, «nel 2010 questa malattia affliggeva già 285 milioni di persone, e potrebbero essere 438 milioni nel 2030, con una progressione di 21mila nuovi casi al giorno» (Taverna, 2014). Solamente

in Italia si contano più di tre milioni di diabetici. Le procedure elaborate dai ricercatori del NIH non sono ancora applicabili all'uomo, ma sono utili perché indicano la strada da seguire. Non è un caso che, in Italia, l'associazione nazionale dei diabetici (ottantamila iscritti), si sia dichiarata favorevole alla ricerca sulle staminali embrionali e abbia chiesto di votare "sì" ai referendum sulla procreazione assistita del giugno 2005. Le ricerche del NIH accendono speranze anche nei pazienti che hanno contratto il morbo di Parkinson, una malattia di cui solo in Italia soffrono 250.000 persone, diecimila delle quali sotto i quarant'anni. Un «numero destinato a raddoppiare nei prossimi 15 anni dal momento che ogni anno si registrano circa 6.000 nuovi casi» (Quotidiano Sanità, 2015). Gli scienziati statunitensi hanno effettivamente dimostrato che, partendo da cellule staminali embrionali, è possibile ottenere cellule nervose capaci di produrre dopamina. E proprio una carenza di dopamina sarebbe la causa scatenante della patologia. Gli esperimenti finora sono stati fatti soltanto su topi, ma moltissime altre terapie sono state testate sui topi prima di essere applicate con successo all'uomo.

Nonostante i divieti introdotti dalla L. 40/2004, anche in Italia c'è chi insiste sull'importanza delle staminali embrionali per curare le malattie degenerative. Per esempio, la biologa e senatrice a vita Elena Cattaneo, spiega così l'importanza di questo filone di ricerca:

«Sapevamo che era possibile ottenere neuroni da staminali umane», premette, «ma erano neuroni generici». Dunque, si trattava di una sostituzione rischiosa: perché – ora lo sappiamo – l'intero ingranaggio (di una macchina come di un essere umano) funziona solo se il "pezzo" difettoso viene sostituito da uno identico e integro: «Nel caso del Parkinson, infatti, a degenerare è solo una popolazione di quattrocentomila neuroni». Si tratta [...] di «rigenerare questo tipo e numero di neuroni». (Donatio, 2012).

Secondo Cattaneo, i tre obiettivi da raggiungere per trovare la cura per questa malattia sono: ottenere i neuroni dopaminergici giusti, eliminare il rischio di una proliferazione anomala di residui cellulari non differenziati che danno luogo a cellule tumorali, e migliorare la sopravvivenza delle cellule. La ricercatrice sostiene che «siamo a un giro di boa fondamentale» e manifesta la speranza che la Commissione europea continui a sostenere ricerche che «sono scientificamente importanti ed eticamente legittime in quanto mirano a costruire strade ulteriori per capire e sperare di curare. Sul piano legislativo, i limiti imposti alla ricerca sulle cellule embrionali umane hanno da sempre costituito un freno. Nonostante questo, i risultati del gruppo americano sono entusiasmanti e pionieristici».

Per citare un ultimo risultato incoraggiante della ricerca sulle staminali embrionali, ricordiamo uno studio svolto dal neurologo Douglas Kerr e dai suoi collaboratori del Johns Hopkins Hospital (Vohr, 2006). Alcuni esperimenti di

laboratorio su ratti mostrano che le staminali embrionali possono sostituire le cellule distrutte dalla sclerosi laterale amiotrofica, una patologia che distrugge le fibre nervose del midollo spinale e impedisce, in tal modo, il controllo di qualsiasi movimento. Si tratta della malattia di cui era affetto e di cui è deceduto, nel febbraio del 2006, Luca Coscioni, presidente del Partito Radicale. I ratti paralizzati, dopo l'iniezione delle cellule, hanno in parte riacquisito le possibilità di movimento, anche se non tutti gli aspetti relativi alla sicurezza della terapia sono stati chiariti. Perciò, la questione delle sperimentazioni cliniche sull'uomo è ancora controversa.

Ad ogni modo, le tecniche che permettono alle cellule staminali embrionali del topo di svilupparsi e differenziarsi in motoneuroni funzionali stanno migliorando. È stato recentemente scoperto che una molecola nel midollo spinale denominata mielina inibisce il prolungamento degli assoni all'interno del midollo spinale. In altre parole, la mielina impedisce ai motoneuroni derivati dalle cellule staminali di crescere nei posti appropriati all'interno del sistema nervoso. Inibendo la mielina e stimolando lo sviluppo dell'assone con trattamenti farmacologici, si ottengono risultati sensazionali. Douglas Kerr ha dimostrato che con questo procedimento è possibile ottenere un significativo incremento dei motoneuroni e della loro funzionalità. Il risultato finale è una maggiore mobilità dei ratti paralizzati.

Gli embrioni sovrannumerari: utilizzo o adozione?

Poiché il fuoco di sbarramento del fronte *pro life* ha avuto successo in diversi paesi, portando a tagli dei finanziamenti alla ricerca, a moratorie, o addirittura a divieti, il fronte *pro choice* ha messo in campo l'argomento dello spreco degli embrioni sovrannumerari. Se non si possono creare embrioni umani a solo scopo di ricerca, gli scienziati chiedono almeno di poter utilizzare quegli embrioni in eccesso che vengono generati nelle cliniche per la fertilità. Questa linea compromissoria è stata fatta propria anche da alcune forze politiche in Italia. Per esempio, il 12 dicembre 2012, in occasione di un ricorso alla Consulta del tribunale di Firenze, che sollevava una «questione di costituzionalità in merito al divieto di utilizzo ai fini della ricerca degli embrioni sovrannumerari malati o abbandonati (e come tali “scartati” dal processo di procreazione assistita) e alla impossibilità della donna di revocare il consenso informato», il senatore democratico Ignazio Marino ha sostenuto che la legge va cambiata in Parlamento. A suo dire, «aprire la ricerca sulle cellule staminali embrionali, sugli embrioni abbandonati nelle cliniche per l'infertilità, non è una polemica laicista: negli Stati Uniti ci sono persone che con quei trapianti stanno riprendendo a vedere, guarendo da una maculopatia della retina che li aveva resi ciechi» (Corriere della sera, 2012). Del resto, già in occasione del referendum abrogativo del 12 e 13 giugno 2005, un volantino redatto dal Partito Radicale indicava la strada

del compromesso: «Per evitare la creazione di embrioni al solo fine di utilizzarli per la ricerca, gli scienziati chiedono di poter utilizzare le migliaia di embrioni conservati nei centri per la fecondazione assistita e destinati alla distruzione».

Le ragioni che vengono addotte per non riconoscere la personalità agli embrioni sovrannumerari sono varie. Per esempio, Giulio Cossu, direttore dell'Istituto cellule staminali del San Raffaele di Milano, liquida la questione dicendo che «dal punto di vista pratico questi embrioni congelati sono equivalenti a cadaveri, cioè sono vivi ma non hanno prospettive di vita perché, [...] nessun mammifero si sviluppa senza un utero» (Federico, 2004). Cossu non ricorre dunque agli argomenti ampiamente utilizzati nelle diatribe sull'aborto. Per giustificare l'interruzione di gravidanza, nelle diverse fasi dello sviluppo del feto, si fa notare che lo sviluppo del sistema nervoso inizia dopo quattordici giorni, il battito cardiaco inizia dopo i tre mesi, l'autonomia vitale inizia dopo sei mesi, l'attività cerebrale inizia dopo otto/nove mesi. Piuttosto, il medico sottolinea che le blastocisti ottenute in provetta non sono mai state congiunte con l'organismo vitale della madre e *perciò* non hanno mai cominciato a vivere. Anche il medico chirurgo Luigi Montevocchi sostiene l'eticità degli esperimenti sulle blastocisti, sulla base del fatto che l'embrione al quinto o sesto giorno dall'avvenuta fecondazione è mero materiale biologico, ovvero un'entità biologica non diversa da quella costituita da una miscela di spermatozoi e ovociti in cui non sia ancora avvenuta la fusione dei differenti patrimoni genetici. Si tratta certamente di «vita umana», «ma anche una cellula del sangue è vita umana e nessuno si sognerebbe di attribuire dei diritti a una cellula del sangue» (Montevocchi, 2005). In altre parole, l'embrione si trova in uno stadio di sviluppo tale da non possedere ancora le caratteristiche specifiche di un individuo umano. Il medico sottolinea che «individuo dal greco è persona unica non scindibile, mentre l'embrione, in quella fase, può dare origine anche a più soggetti» (*ibid.*). Sicché, per un fine socialmente utile come la ricerca scientifica, può essere utilizzato senza alcun ostacolo di tipo etico o morale.

La discriminante ineludibile sarebbe dunque l'impianto nella cavità uterina. È questo l'atto che segna la linea di confine tra il mero materiale biologico e l'essere umano. Secondo una serie di sondaggi Gallup, ripetuti annualmente dal 2002 al 2016, si tratta di una linea che non è solo indicata dai biologi, ma è anche inconsciamente avvertita dal cittadino comune. La percentuale dei rispondenti che si dice favorevole agli esperimenti sugli embrioni umani si attesta costantemente intorno al 60%, una percentuale doppia rispetto a quella dei cittadini contrari (Gallup, 2016).

Di fronte alla richiesta di utilizzo degli embrioni in eccesso, il fronte *pro life* non ha ceduto di un millimetro. Coerentemente con la propria impostazione dottrinale, ha invece rilanciato, proponendo di dare in adozione le blastocisti, per evitarne la morte. Dieci anni orsono è stato lanciato un appello a volontarie, affinché si facessero innestare l'embrione e portassero a termine la gestazione, per poi dare i bambini in adozione. L'appello è caduto nel vuoto e non è diffi-

cile comprendere i motivi del fallimento. Innanzitutto, non si può contare sulle donne atee, agnostiche e diversamente credenti, poiché presumibilmente non convinte della personalità degli embrioni. Si può ipotizzare che preferiscano avere figli con il proprio patrimonio genetico, o adottare i bambini già nati e abbandonati, o non avere figli affatto. Probabilmente, l'appello è caduto nel vuoto perché anche la maggior parte delle donne cattoliche ha orientamenti simili. Poiché la gestazione e il parto sono processi faticosi e pericolosi, servirebbero delle volontarie "integraliste", convinte davvero di salvare la vita a bambini e disposte al sacrificio. Ma, proprio perché integraliste, potrebbero trovare questa soluzione in contrasto con la dottrina cattolica tradizionale, che chiede ai fedeli di concepire figli soltanto all'interno del matrimonio, con metodi naturali, attraverso un atto d'amore e nella consapevolezza che la vita viene da Dio. Non solo dovrebbero trovare uno sposo altrettanto integralista, pronto a rinunciare ad avere figli propri per salvare le blastocisti, ma dovrebbero anche convincersi che la tanto vituperata fecondazione eterologa sia eticamente lecita. L'utero della donna prestato alla nascita dell'embrione sovrannumerario non differirebbe molto, sul piano concettuale, dall'utero in affitto tanto criticato dai bioeticisti cattolici. Difficile pensare che chi ha una mentalità conservatrice si presti a diventare una "madre surrogata".

Oltretutto, in Italia, la questione non era soltanto morale, ma anche legale. La legge 40/2004, voluta dai movimenti cattolici, vietava la fecondazione eterologa. E, proprio perché lo smaltimento degli embrioni sovrannumerari genera problemi di complessa soluzione, la stessa L. 40 intendeva vietare a monte la loro creazione in sovrannumero. Stabiliva, infatti, che nei processi di fecondazione assistita possono essere creati soltanto tre embrioni e tutti debbono essere obbligatoriamente impiantati nell'utero della donna. Anche quelli malati o affetti da malformazioni. Parlando di quella legge, stiamo usando il tempo passato perché, successivamente, è stata letteralmente demolita dalla magistratura. Dal 2008 a oggi, la Corte Costituzionale ha, infatti, eliminato «il divieto di diagnosi preimpianto rimosso per le coppie infertili dal Tar; il divieto di produzione di più di tre embrioni; l'obbligo di contemporaneo impianto di tutti gli embrioni prodotti; il divieto di eterologa; il divieto di accesso alle coppie fertili ma portatrici di patologie genetiche e [il] divieto di selezione degli embrioni affetti da gravi malattie trasmissibili». L'ultimo divieto è stato rimosso, perché «violerebbe gli articoli 3, sotto il profilo della ragionevolezza, e 32 della Costituzione, per contraddizione rispetto alla finalità di tutela della salute dell'embrione di cui all'articolo 1 della medesima legge 40» (Parrillo, 2015).

La magistratura ha però emesso anche sentenze che portano acqua alla battaglia del Movimento per la vita. Per esempio, il 6 marzo 2016, il Tribunale di Roma ha vietato la distruzione di sette embrioni non impiantati. La richiesta di "restituzione" era stata avanzata da una coppia che, nel 2003, si era sottoposta al trattamento di fecondazione assistita. I medici avevano creato dieci embrioni, tre li avevano impiantati e sette crioconservati (Vaccaro, 2016). An-

cora più importante la decisione della Corte Costituzionale del 22 marzo 2016. La Consulta era chiamata a pronunciarsi sulla richiesta di una coppia di poter donare alla ricerca gli embrioni generati in provetta nel corso di diversi cicli falliti di fecondazione artificiale, in quanto malati e dunque inutilizzabili ai fini dell'impianto. L'uso degli embrioni a scopi scientifici è esplicitamente vietato dall'articolo 13 della Legge 40. I giudici costituzionali hanno dichiarato inammissibile la questione di legittimità, perché la scelta «spetta al legislatore, non alla Corte» (De Bac, 2016).

La conseguenza di questa impasse giuridica è che il numero di embrioni sovrannumerari continua a crescere. Secondo il Ministero della sanità tra il 2009 e il 2014 sono stati congelati 112.027 embrioni. Per tale ragione, il Movimento per la vita, per bocca del presidente on. Gian Luigi Gigli, ha recentemente proposto l'idea dell'adozione delle blastocisti, ma riformulandola come *obbligo di legge*. La proposta di legge, presentata in Parlamento nel 2016, se approvata, obbligherebbe le coppie che sono già orientate a ricorrere all'eterologa ad utilizzare gli embrioni che sono senza progetto genitoriale, al fine di favorirne lo smaltimento (Volpe, 2016).

Il dibattito sui metodi "etici" alternativi

L'impossibilità di creare o comunque utilizzare embrioni umani a fini di ricerca non, riguarda, naturalmente solo l'Italia. Quando si è aperta la prospettiva di utilizzare a scopo terapeutico le cellule staminali, erano soprattutto i centri di ricerca statunitensi a essere all'avanguardia. Gli americani hanno guidato il fronte della medicina rigenerativa fino all'agosto del 2001, quando George W. Bush ha deciso di tagliare i finanziamenti federali alla ricerca. Da quel momento, i ricercatori hanno cercato di aggirare il problema morale e legale, escogitando soluzioni tecniche alternative.

Due diversi tentativi di implementare una ricerca "eticamente sostenibile" sono stati effettuati, rispettivamente, da Robert Lanza e i suoi collaboratori dell'Advanced Cell Technology di Worcester, e da Rudolf Jaenisch e Alexander Meissner del Massachusetts Institute of Technology. Entrambi gli studi sono stati svolti negli Stati Uniti e pubblicati sulla rivista *Nature*. Il gruppo di Lanza ha ideato una procedura per ottenere cellule staminali dagli embrioni di roditore, senza però distruggere la loro capacità di impiantarsi e svilupparsi (Lanza *et al.*, 2006). Gli embrioni a cui era stato eseguito il prelievo cellulare sono stati successivamente impiantati nell'utero di femmine della stessa specie e si sono sviluppati fino a nascere. Nei nati non si sono riscontrate anomalie. La procedura utilizzata è la stessa della diagnosi genetica preimpianto, ovvero una "mini-biopsia" effettuata abitualmente nei trattamenti per la stimolazione artificiale della fertilità. Dalla cellula estratta sono stati ricavati cinque diversi tipi di cellule embrionali staminali. Utilizzando la tecnica della clonazione,

Jaenisch e Meissner (2006) hanno invece creato degli embrioni di topo geneticamente modificati. La loro diversità sta nel fatto che non hanno la capacità di impiantarsi nell'utero e svilupparsi. Più precisamente, gli embrioni sono stati modificati in modo da impedire che si formi il trofoderma, ovvero lo strato cellulare che permette l'impianto dell'embrione nell'utero. La procedura per ottenere il "meccanismo anti-adesione" consiste nel bloccare il Cdx2, un gene che produce una proteina coinvolta nello sviluppo dello strato adesivo. I cloni di topi privi di Cdx2 non differiscono per il resto dagli altri e perciò da essi si possono estrarre cellule staminali embrionali utilizzabili per curare topi normali. Partendo da una cultura di cellule, con appositi cocktail, è possibile ricavare diverse linee di cellule staminali, con caratteristiche diverse. Se applicata su materiale genetico umano, la tecnica permetterebbe di evitare, sia praticamente che concettualmente, il pericolo della clonazione umana. Da un lato non potrebbe mai nascere un individuo adulto clonato, dall'altro gli stessi embrioni non potrebbero essere considerati né persone né progetti di vita, ossia persone potenziali.

La reazione del fronte *pro life* riguardo a questi due studi non si è fatta attendere ed è stata ancora una volta negativa. Riportiamo qui una delle valutazioni apparse su *Avvenire*, il quotidiano della Conferenza episcopale italiana, a firma di Claudia Navarini, docente di Bioetica all'Ateneo Regina Apostolorum:

I due studi pubblicati nei giorni scorsi sulla rivista *Nature* sono stati salutati da molti come la realizzazione di... speranze. Sono stati effettuati sui topi, ma già tutti pensano all'applicazione agli esseri umani. E tuttavia bisogna evitare facili e sbrigativi entusiasmi e analizzare la serietà delle proposte. La ricerca di Meissner e Jaenish, del Massachusetts Institute of Technology, riguarda l'Ant, il trasferimento di nucleo alterato. Ma a ben vedere, scopo della procedura non è evitare il concepimento di un embrione, ma formare un embrione (o embrioide, come è stato chiamato) che non abbia la capacità di impiantarsi in utero... In altre parole, un inutile embrione morente con l'unico pregio di possedere cellule staminali, un'entità priva del grado sufficiente di efficienza per essere considerato "degnò"... Il problema etico della distruzione degli embrioni umani non si è spostato di un millimetro (Navarini, 2005).

Negativo anche il giudizio relativo all'esperimento di Lanza e dei suoi collaboratori:

L'altro esperimento segue una via diversa. Messo a punto da ricercatori dell'Advanced Cell Technology (Usa), utilizza la metodologia della diagnosi genetica pre-impianto, prelevando una cellula dall'embrione e ricavando da essa linee di cellule staminali. Nulla di nuovo, quindi, nemmeno sotto il profilo etico. Valgono cioè per questa tecnica le riserve avanzate dalla legge 40 alla diagnosi pre-impianto. Ad esempio il fatto che il prelievo di una cellula può danneggiare o anche uccidere l'embrione, e non allo scopo di trovare una cura per l'embrione stesso, ma per

curare (forse e chissà quando) altri. Oppure il fatto che la cellula prelevata, proprio per il grado di indifferenziazione dell'embrione precoce, è in realtà già un organismo nuovo, un nuovo individuo che potrebbe continuare il suo sviluppo se non venisse arrestato. È così che si formano in natura i gemelli identici: da un embrione "si staccano" una o più cellule, che essendo ancora indifferenziate si sviluppano formando un intero organismo. Non credo saranno queste ricerche a darci reali alternative alla distruzione di embrioni umani per ottenere cellule staminali. (*ibid.*)

In conclusione, secondo l'esperta di bioetica, i due studi americani non sono "proposte serie". Sono modi di aggirare il problema che lasciano intatta la questione etica posta dai cattolici. È comunque interessante analizzare le critiche qui proposte. Nel primo caso, secondo Navarini, non è stata creata una non-persona (per la sua impossibilità di attecchire all'utero e svilupparsi), ma una persona disabile (non degna) e quindi, sul piano etico, la critica sembra addirittura aggravarsi. Nel secondo caso le violazioni individuate sono addirittura due. Primo, il metodo presuppone la diagnosi pre-impianto, rigettata dai cattolici perché giudicata pericolosa per il nascituro e per la società, in quanto apripista dell'eugenetica. Secondo, anche la cellula estratta contiene tutto il patrimonio genetico dell'embrione e quindi è un potenziale essere umano che non andrebbe sacrificato. Si sta, di fatto, chiedendo di tutelare ogni singola cellula che può potenzialmente dare origine a un essere vivente.

O bisognerebbe intendersi bene sulla questione della *potenzialità*. Il gemello, come il clone, non ha un patrimonio genetico unico. Quindi non è l'unicità del DNA che definisce l'individuo e, su questo, la bioeticista pare essere d'accordo. Navarini dice nientemeno che *la cellula prelevata* è già un organismo nuovo, *un nuovo individuo*. Ma in un'epoca in cui si sta sviluppando la tecnica della clonazione umana e in cui, a breve, potrebbe essere possibile generare un essere umano completo partendo da qualsiasi cellula del corpo, chiedere di tutelare tutta la vita potenziale potrebbe portare a conclusioni assurde. Anche lavandoci le mani uccidiamo cellule che contengono il patrimonio genetico potenzialmente in grado di dare origine a un individuo. È vero, però, quanto l'articolo di Navarini sottolinea implicitamente: i ricercatori americani non cercano soluzioni tecniche alternative, finalizzate all'utilizzo "etico" delle staminali embrionali, per non urtare i convincimenti religiosi della Chiesa cattolica. Come abbiamo già accennato, il problema fondamentale è che Bush ha bloccato i finanziamenti federali alle ricerche e Barack Obama li ha ripristinati solo in parte. L'obiettivo è riaprire uno dei rubinetti dal quale giungono i finanziamenti alla ricerca.

Sia chiaro che solo in Italia sussiste un ostacolo legale all'utilizzo di embrioni umani per scopi di ricerca. Negli Stati Uniti, nonostante la forte pressione delle lobby *pro life*, non esiste alcuna legge federale che vieta la ricerca sulle staminali embrionali. Negli ultimi anni, ci sono state diverse modifiche alla legislazione sulla clonazione umana riproduttiva e terapeutica (1998, 2001, 2004,

2007, 2010), nonché sentenze della Corte Suprema che, nel complesso, hanno definito un quadro assai variegato. Alcuni stati americani vietano la clonazione riproduttiva, ma non quella terapeutica. Altri stati proibiscono soltanto il finanziamento pubblico della clonazione, ma consentono alla ricerca di andare avanti con fondi privati. L'approvazione della L. 40 e il successo ai referendum del 2006 ha consentito ai sostenitori della bioetica cattolica di limitare la fecondazione in vitro e la ricerca in Italia. Tuttavia, quella del fronte *pro life* italiano sembra una vittoria di Pirro, non solo perché la Consulta ha dichiarato incostituzionali e abrogato parti importanti della legge, ma anche perché l'Italia è tutto sommato marginale nel panorama della ricerca scientifica. Per dirla ancora con le parole del professor Cossu, «se mai ci rinunciamo noi, il resto del mondo non ci rinuncia. È come se si ritirasse una squadra del campionato, i tifosi di quella squadra se ne dispiacciono ma il campionato continua» (Federico, 2006).

L'aspetto paradossale dell'intero dibattito è che, mentre i non credenti e i diversamente credenti enfatizzano la dimensione spirituale della vita umana, la Chiesa cattolica sembra ridurre l'uomo ai suoi aspetti più materiali, corporali, fisici, eliminando completamente dal discorso il concetto di "anima immortale". Quest'ultimo è un concetto di provenienza greca, elaborato nell'ambito del platonismo e del neoplatonismo e poi assorbito nella soteriologia cristiana, nonostante non sia né sovrapponibile né facilmente conciliabile con quello evangelico di "resurrezione del corpo", altro concetto fondamentale della dottrina cristiana. L'attuale posizione bioetica della Chiesa cattolica diventa comprensibile soltanto se si ipotizza una rielaborazione dottrinale fondata su uno spostamento decisivo dal primo al secondo concetto, nella propria visione metafisica.

Scienza ed etica: una falsa dicotomia

L'analisi del discorso pubblico degli esponenti del fronte *pro choice* e del fronte *pro life* rivela che, per sostenere le proprie ragioni, i primi fanno leva principalmente sul concetto di "scienza", mentre i secondi sul concetto di "etica". Nella narrativa del fronte *pro choice*, chi è favorevole alla ricerca sulle staminali embrionali è "amico della scienza" e chi si oppone è "nemico della scienza". D'altro canto, nella narrativa del fronte *pro life*, chi si oppone alla ricerca sulle staminali embrionali è "amico dell'etica" e chi invece la favorisce è "nemico dell'etica". Sicché, agli occhi di un osservatore esterno superficiale potrebbe sembrare che sia in atto uno scontro tra "scienza" ed "etica".

In realtà, la questione è molto più complessa. Ai margini di quella che è la narrativa dominante, entrambi gli schieramenti tengono a respingere l'accusa di essere, rispettivamente, "nemici della scienza" e "nemici dell'etica". A sostenere che la Chiesa cattolica non è contraria per partito preso alla ricerca scientifica, ma solo preoccupata per certe sue applicazioni tecniche, troviamo,

per esempio, monsignor Rino Fisichella. Parlando a nome dei cattolici, il prelado rigetta l'accusa di pregiudizio antiscientifico e chiarisce che «siamo stati nel passato, lo siamo tuttora e lo saremo nel futuro fautori e propugnatori della scienza». Per sostenere la propria tesi, il prelado elenca i nomi degli scienziati credenti che «sono stati veri artefici di progresso». Un elenco che sarebbe lungo e «farebbe impallidire quanti ne dubitano: Grozio, Erasmo, Keplero, Copernico, Galileo, Mendel, Spallanzani, Marconi, Fermi, Medi, Lejeune...». In altre parole, studiosi ai quali «si riconoscono le più grandi conquiste del diritto e della scienza moderna e della medicina erano cattolici e alcuni di loro preti» (Fisichella, 2009). Fisichella mostra anche di capire bene tutte le problematiche sociologiche che si annidano nella cosiddetta scienza di base, quando sottolinea che «la scoperta scientifica è pure determinata dal soggetto che la compie; anche lo scienziato è soggetto al limite, alla contraddizione, alla corruzione... nella sua scoperta non è mai neutrale; porta con sé, infatti, la sua storia e il suo modo di essere. Non possiamo negare, pertanto, che la conoscenza, anche la più precisa, la più “critica” non può non porre l'uomo al centro del suo investigare». E conclude dicendo che «la ricerca della verità, che piaccia o no, è lo scopo di ogni ricerca scientifica. Sarebbe davvero patologico per la scienza se non ricercasse la verità piena sull'uomo, su ciò che egli è e su ciò che è chiamato ad essere».

D'altro canto, respingono al mittente l'accusa di essere “nemici dell'etica” anche i ricercatori impegnati negli esperimenti sulle staminali embrionali. La loro narrativa sottolinea che, anche ammettendo il beneficio del dubbio sullo status ontologico dell'embrione, resta vero il fatto che ci sono milioni di esseri umani dei quali non si può mettere in dubbio la personalità che si ammalano, invecchiano, muoiono. Per salvare queste vite bisogna fare una scelta: sacrificare un essere di cui è dubbia la personalità o sacrificare un essere di cui è certa la personalità. La decisione di fermare la ricerca equivale a una condanna a morte per molte persone reali e costituisce, perciò, un grave problema etico. Per illustrare questa narrativa, riportiamo alcune considerazioni espresse da Aubrey de Grey in *Ending Aging*. Nel difendere la clonazione terapeutica, il biogerontologo inglese afferma che la confusione creata dal fronte *pro life* sta «corrompendo il dibattito politico riguardante questa tecnica, potenzialmente essenziale per salvare vite umane» (de Grey 2016:434). E ancora che a causa di uno stop alla ricerca, stabilito dopo la morte di un ragazzo (Jesse Gelsinger) avvenuta nel corso di un esperimento di ingegneria genetica, «sono andate perse migliaia di vite, forse centinaia di migliaia, a causa di questo blocco». E, ancora, rivolgendosi ai sostenitori del principio di massima precauzione, ricorda che la cautela ha sempre due facce, una delle quali mortifera. De Grey (2016: 534) afferma, infatti, di credere che «le vite perse a causa di una troppo lenta approvazione di farmaci sicuri, a vantaggio di una vita risparmiata grazie a questa lenta sperimentazione, non siano accettabili». Nel momento in cui de Grey (2016: 456) afferma che la ricerca sulle staminali embrionali è stata impantanata, at-

traverso il taglio dei fondi, «a causa di azioni legali condotte da gruppi contrari alla ricerca e da alcune legittime questioni etiche e di sorveglianza», mostra tra l'altro di non volere lasciare tutte le questioni legate all'etica della prudenza al campo avverso.

Nel complesso, il discorso dei ricercatori impegnati nel campo della medicina rigenerativa, ha un solido fondamento etico. La loro «priorità morale» è sconfiggere l'invecchiamento, le malattie degenerative, la morte. È, dunque, anche questo, un discorso *pro life*.

Conclusioni

Queste considerazioni ci consentono di concludere con una nota ottimistica. È nostra opinione che a irrigidire le posizioni dei due fronti bioetici contribuisca in gran parte la natura bipolare, e talvolta bipartitica, del sistema politico. La bioetica cerca costantemente di ottenere il sostegno della legge, dunque della coercizione, della “violenza legittima” della polizia, della magistratura, delle prigioni. Per incarnarsi nelle leggi dello Stato, la bioetica deve entrare nell'arena politica, deve farsi biopolitica. Il sistema politico democratico funziona in simbiosi con il sistema dei media, dell'informazione, della comunicazione di massa. La politica è anche una forma spettacolo, di intrattenimento, come dimostra il successo delle tante trasmissioni televisive dedicate ai temi politici. In questo sistema, dove c'è più spazio per gli slogan che non per i ragionamenti, al fine di attrarre consenso, le posizioni politiche devono essere semplificate e polarizzate. Il messaggio deve arrivare alle menti e ai cuori degli elettori in forma di semplice *adesione* o *contrarietà* a un'idea ben definita. Al fine di coagulare il consenso, deve essere evidenziato ciò che divide, non ciò che unisce. La struttura sociale tende a modellare il discorso pubblico di scienziati, politici e cittadini secondo questo schema.

L'analisi sociologica del discorso serve proprio a rompere lo schema, a portarci fuori dal conflitto, a farci assumere una posizione almeno provvisoriamente neutrale, per comprendere se c'è qualcosa che sfugge agli stessi dialoganti. Ciò che, a nostro avviso, sfugge è che entrambi gli schieramenti condividono gli stessi valori di base. Sebbene ci sia disaccordo sullo status dell'embrione, i due schieramenti non hanno idee opposte sui fondamenti dell'etica e della scienza. Se si scava più a fondo, al netto di qualche posizione più radicale, si scopre che entrambi i partiti bioetici concordano sul fatto che *la conoscenza è un valore* e *la vita umana è un valore*. Si badi che non si tratta di una banalità. Nel panorama politico, esistono anche movimenti esplicitamente anti-scienza o anti-vita. Questa convergenza assiologica, seppure implicita, nascosta dal rumore della politica gridata, fa sperare che la fiammella di un dialogo costruttivo sia ancora accesa e in attesa di essere rinvigorita.

Bibliografia

- Campa R., “Eterna giovinezza. Un sogno che viene da lontano”, prefazione a De Grey A., Rae M., *La fine dell'invecchiamento*, D Editore, Roma, 2016.
- Cohan P., *Google's Engineering Director: 32 Years To Digital Immortality*, “Forbes”, 20 giugno 2013.
- D'Amico P., *Il ginecologo Luigi Montevicchi: “L'embrione è vita ma non individuo”*, “Il Giorno”, 9 giugno 2005.
- D'Amico A., *Infarto, le staminali fanno miracoli. Mortalità abbattuta di quattro volte*, “La Repubblica”, 29 agosto 2010.
- De Bac M., *No alla ricerca sugli embrioni. La Corte Costituzionale ha deciso*, “Corriere della sera”, 22 marzo 2016.
- De Grey A., Rae M. 2016. *La fine dell'invecchiamento. Come la scienza potrà esaudire il sogno dell'eterna giovinezza*, D Editore, Roma, 2016.
- Donatio I., *Dalle staminali embrionali una speranza per il Parkinson*, in “Micromega”, 30 gennaio 2012.
- Federico V., *Intervista a Giulio Cossu, direttore dell'istituto cellule staminali del San Raffaele di Milano*, www.aduc.it, 2 dicembre 2004.
- Fisichella R., *Etica e ricerca scientifica*, Atti del convegno *Etica nella medicina dei trapianti e delle cellule staminali*, Fondazione Minnaja, Padova, 2009.
- Francis D.P., Mielewczik M., Zargaran D., Cole G.D., *Autologous bone marrow-derived stem cell therapy in heart disease: discrepancies and contradictions*, in “International Journal of Cardiology”, 26 giugno 2013.
- Gallup, “Stem Cell Research”, <http://gallup.com/poll/21676/stem-cell-research.aspx>, 2016.
- Lanza R., Klimanskaya I., Chung Y., Becker S., Lu S.-J., *Human embryonic stem cell lines derived from single blastomeres*, in “Nature”, n. 444, 23 novembre 2006.
- Lumelsky N., Blondel O., Laeng P., Velasco I., Ravin R., McKay R., *Differentiation of embryonic stem cells to insulin-secreting structures similar to pancreatic islets*, in “Science”, vol. 292 n. 5520, 18 maggio 2001.
- Lüscher T.F., *The bumpy road to evidence: why many research findings are lost in translation*, in “European Heart Journal”, vol. 34 n. 43, 2013.
- Meissner A., Jaenisch R., *Generation of nuclear transfer-derived pluripotent ES cells from cloned Cdx2-deficient blastocysts*, in “Nature” vol. 439 n. 7073, 12 gennaio 2006.
- Navarini C., *Staminali “buone”? Attenti ai miraggi*, “Avvenire” (inserto: È vita), 27 ottobre 2005.
- Parrillo A., *Legge 40: demolita un'altra norma. La selezione degli embrioni non è eugenetica*, “Il fatto quotidiano”, 13 novembre 2015.
- Popper B., *Google's project to 'cure death,' Calico, announces \$1.5 billion research center*, “The Verge”, 3 settembre 2014.
- Quotidiano Sanità, *Parkinson. In Italia ne soffrono 250mila persone e la spesa a carico del Ssn raggiunge 1,3 mld. Manca una chiara definizione dei Pdta*, www.quotidianosanita.it, 18 novembre 2015.

- Radicali, *Referendum sulla Procreazione Medicalmente Assistita e la Libertà di Ricerca Scientifica*, www.radicalifvg.it, 12 giugno 2005.
- Redazione Salute Corriere.it, *Legge 40 di nuovo all'esame della Consulta per la ricerca sugli embrioni abbandonati*, "Corriere della sera", 12 dicembre 2012.
- Strauer B.-E., *The acute and long-term effects of intracoronary stem cell transplantation in 191 patients with chronic heART failure: the STAR-heart study*, in "European Journal of Heart Failure" vol. 12, 2010.
- Tae-gyu K., *Stem Cell Therapy Answer to Uncurable Diseases*, "The Korea Times", 3 dicembre 2004.
- Taverna E., *Diabete, tutti i numeri in Italia e nel mondo*, "Lifestyle", 14 novembre 2014.
- Toma J.G., Akhavan M., Fernandes K., Barnabé-Heider F., Sadikot A., Kaplan D., Miller F., *Isolation of multipotent adult stem cells from the dermis of mammalian skin*, in "Nature Cell Biology" vol. 3, 13 agosto 2001.
- Vaccaro G., *Gli embrioni in eccesso non possono essere distrutti*, "Il Sole 24 Ore", 21 aprile 2016.
- Vohr E. (a cura di), *Hopkins scientists use embryonic stem cells, new cues to awaken latent motor nerve repair*, www.hopkinsmedicine.org, 20 giugno 2006.
- Volpe N., *Siamo pronti per l'adozione degli embrioni abbandonati*, "Polit'x", 14 ottobre 2016.