

FISIOLOGIA VULCANIANA

PREMESSA.

Benché i Vulcaniani siano esteriormente assai simili agli esseri umani, e a numerose altre specie umanoidi esistenti nella galassia (Betazoidi, Trill, Bajoriani ecc.), la loro fisiologia presenta dei tratti affatto peculiari, derivanti dal processo di adattamento evolutivo del loro organismo alle difficili condizioni ambientali del pianeta.

La giustificazione comunemente addotta alle notevoli analogie tra le specie umanoidi della Galassia deriva dal noto episodio *Il segreto della vita – The chase*, TNG, nel quale si narra che una specie umanoide vissuta circa 4 miliardi di anni fa (forse i Protettori menzionati nell'episodio *Il paradiso perduto – The paradise syndrome*, CLA), disseminò del proprio DNA i mari di numerosi pianeti della Galassia; e ciò giustificherebbe le similitudini tra le specie.

Ovviamente, dal punto di vista strettamente scientifico, si tratta di una spiegazione alquanto semplicistica, dato che le differenti condizioni ambientali dei vari mondi, e persino la semplice casualità, renderebbero assai improbabile il formarsi di organismi tanto simili tra loro come le specie umanoidi della Galassia. In aiuto dell'idea interviene comunque un noto meccanismo evolutivo che concorre a giustificare le similitudini tra le specie: la *convergenza evolutiva*. Esso consiste nel riutilizzo, nel corso del processo evolutivo, della soluzione tecnica, anatomica, morfologica o strutturale rivelatasi più idonea a favorire l'adattamento di una specie in un particolare ambiente, e fa sì che la stessa soluzione venga adottata da specie anche assai diverse: sulla Terra, un esempio significativo è fornito dai pesci, dai cetacei e dagli ittiosauri, che hanno sviluppato forme e strutture molto simili per adattarsi all'ambiente acquatico, pur appartenendo a specie estremamente diverse tra loro.

Nel caso delle specie umanoidi, la vita su pianeti di classe M, dotati di caratteristiche ambientali conformi a un determinato standard¹, può entro certi

¹ Atmosfera composta soprattutto da ossigeno e azoto, temperatura che consente l'esistenza dell'acqua allo stato liquido, e più in generale caratteristiche climatiche e ambientali idonee a sostenere la vita umanoide senza l'uso di apparecchiature di supporto vitale.

Storicamente, il termine "pianeta di classe M" deriva dalla parola vulcaniana *Minshara*, che designa appunto i pianeti adatti a sostenere la vita umanoide (vedasi l'episodio *Strange, new worlds* della serie *Enterprise*).

limiti giustificare, insieme all'intervento dei Protettori, le similitudini tra le varie razze di umanoidi dei quattro quadranti della Galassia.

Nel presente lavoro si analizzeranno, senza pretese di completezza, le principali differenze tra la fisiologia vulcaniana e quella umana, tentando di giustificare, non senza un ampio margine di opinabilità, i differenti percorsi intrapresi dall'evoluzione su Vulcano, alla luce delle peculiarità del suo ecosistema.

1. CUORE e SANGUE.

Una delle differenze più significative tra la fisiologia umana e quella vulcaniana è la posizione del cuore, che nell'organismo vulcaniano è situato nel quarto inferiore destro del torace, come apprendiamo negli episodi *Guerra privata – A private little war* e *Il filtro di Venere – Mudd's women* della serie classica.

Nella specie umana il cuore è collocato più o meno al centro della cassa toracica, e la posizione è giustificata dalla funzione svolta dall'organo: dapprima inviare il sangue negli alveoli polmonari (o meglio, nei capillari disposti sulle pareti dei medesimi), per arricchirsi di ossigeno e liberare l'anidride carbonica (cosiddetta "piccola circolazione"), quindi inviare il sangue ossigenato in tutto l'organismo ("grande circolazione"), portando ad ogni cellula ossigeno, nutrimento, sostanze necessarie per il suo funzionamento, e trasportando via le sostanze di rifiuto.

Perché nei Vulcaniani la posizione del muscolo cardiaco (che svolge le stesse funzioni che negli Umani) è diversa?

La spiegazione va probabilmente ricercata nelle diverse condizioni ambientali di Vulcano, che hanno ovviamente avuto una grossa influenza sul processo evolutivo della specie: maggiore gravità, maggiore rarefazione dell'atmosfera, differente meccanismo di trasporto dell'ossigeno nel sangue.

La gravità più elevata comporta per il cuore uno sforzo maggiore nella sua opera di pompaggio: una posizione più bassa, come nell'organismo vulcaniano, contribuisce senz'altro a ridurre, sia pure in misura non determinante, lo sforzo del muscolo cardiaco.

La gravità elevata comporta inoltre la necessità di una maggiore massa (e volume) del miocardio, per sostenere il rilevante sforzo del pompaggio del sangue in tali condizioni; e poiché, come si vedrà tra breve, i polmoni vulcaniani hanno volume maggiore di quelli umani, ne consegue che la posizione dell'organo non potrebbe essere la stessa che nell'organismo umano, non restando spazio sufficiente tra i polmoni per ospitare l'organo.

Perché i polmoni vulcaniani dovrebbero avere un volume maggiore di quelli umani? Innanzitutto a causa dell'atmosfera più rarefatta (vedasi l'episodio *Il duello*

– *Amok Time*, della serie classica), che comporta una minore concentrazione di ossigeno, e dunque la necessità di acquisire un maggiore volume d'aria con la respirazione. E, in secondo luogo, in ragione dell'utilizzo dell'emocianina per il trasporto del sangue, in luogo dell'emoglobina usata nell'organismo umano.

L'emocianina è una proteina avente nella sua struttura molecolare un sito "attivo", o di *binding*, utilizzato per "agganciare" (un po' come una calamita) le molecole di ossigeno durante la circolazione del sangue vulcaniano negli alveoli polmonari, per poi rilasciarle una volta giunte a destinazione. Mentre il sito di *binding* dell'emoglobina utilizza un atomo di ferro, posto al centro di una struttura ad anello formata da molecole di porfirina, nell'emocianina al posto del ferro vi sono due atomi di rame (che il sangue vulcaniano trasporti ossigeno mediante il rame lo si apprende nell'episodio *L'ossessione – The obsession*, CLA).

L'emocianina, contrariamente a quanto ritenuto da taluni, è estremamente diffusa anche sulla Terra, costituendo il pigmento respiratorio di circa l'80% delle specie viventi, soprattutto molluschi, crostacei ed invertebrati. Ed è diffusa l'opinione tra gli scienziati che queste due molecole, insieme ad una terza, l'emeritina, avente nel sito di *binding* due atomi di ferro, discendano evolutivamente da un'unica proteina a singolo atomo metallico, poi differenziatasi nelle tre forme menzionate.

L'emocianina è tuttavia meno efficiente dell'emoglobina nel trasporto dell'ossigeno, nel senso che, a parità di quantità, l'emoglobina è in grado di "agganciare" e trasportare una maggiore quantità di molecole di ossigeno. Un essere umano non potrebbe vivere se la sua emoglobina fosse sostituita da emocianina.

E' dunque probabile che l'organismo vulcaniano necessiti, a parità di massa corporea, di un fabbisogno di ossigeno inferiore rispetto a quello umano, ma l'espedito che la fisiologia vulcaniana utilizza per compensare la minore efficienza dell'emocianina è principalmente un altro, ossia l'elevato numero di pulsazioni cardiache: il cuore vulcaniano batte mediamente a 230 - 250 pulsazioni al minuto, contro le 70 – 80 del cuore umano (vedasi l'episodio *Al di là del tempo – The naked time* della serie classica²). In questo modo il sangue circola ad una velocità maggiore, e la quantità di ossigeno trasportato nell'unità di tempo è ovviamente superiore.

Una simile frequenza del battito cardiaco implica ovviamente meccanismi di contrazione delle cellule cardiache diversi e più efficienti delle catene di actina e miosina presenti nelle cellule muscolari umane, ma i limiti del presente lavoro impongono di rinviare ad altra sede l'esame dell'affascinante argomento.

² Nell'episodio *Viaggio a Babel – Journey to Babel* (CLA), il cuore di Sarek batte addirittura a 324 pulsazioni al minuto, a causa della malattia da cui è affetto il padre di Spock.

Un ultimo punto da considerare brevemente è il colore del sangue vulcaniano, che sappiamo essere *verde* (vedasi gli episodi *Al di là del tempo – The naked time*, *Miri – Miri*, *La mela – The apple*, della serie classica).

Tuttavia la presenza dell'emocianina dovrebbe rendere il sangue *azzurro*, come può osservarsi negli organismi terrestri che utilizzano tale proteina.

A questo punto, per giustificare la differenza, si può supporre o che il colore verde si riferisca all'osservazione del sangue alla luce del sole di Vulcano, la cui nota rossastra può modificare la percezione del colore rispetto a quanto si osserverebbe sulla Terra, o che comunque il colore verde sia da attribuire ad altri elementi presenti nel liquido sanguigno, che determinano una correzione del colore derivante dalla presenza dell'emocianina.

A completamento della sezione relativa a cuore e sangue, può indicarsi un'ultima differenza tra la fisiologia umana e quella vulcaniana: quest'ultima è insensibile all'azione eccitante della caffeina (e, verosimilmente, di molecole simili, come la teina e la teobromina), come si apprende nell'episodio *Breaking the ice* della serie *Enterprise*.

2. DURATA DELLA VITA.

Apprendiamo da numerosi episodi (*Sarek, Il segreto di Spock – Unification*, TNG, *Gli anni della morte – The deadly years*, *Viaggio a Babel – Journey to Babel*, CLA) che i Vulcaniani vivono in media oltre 200 anni. Quali sono i meccanismi biologici e le ragioni evolutive di una vita tanto lunga, almeno se rapportata agli standard terrestri?

Va innanzi tutto detto che la maggiore durata della vita si accompagna sempre ad un miglioramento delle condizioni della medesima: alimentazione, ambiente, tecnologia, oltre ai progressi della medicina, comportano sempre un innalzamento della durata della vita. I primitivi Vulcaniani vivevano certamente molto meno dei loro odierni discendenti, così come sulla Terra gli uomini dell'età della pietra, o del medioevo, o anche degli inizi del XX secolo, avevano un'aspettativa di vita assai inferiore dei Terrestri odierni.

I moderni Vulcaniani praticano indubbiamente uno stile di vita che favorisce la salute e la longevità: l'alimentazione sobria e vegetariana, l'attività fisica, la pratica della meditazione, l'astensione dal consumo di sostanze nocive sono fattori che concorrono in misura non trascurabile al raggiungimento di età ragguardevoli.

Va inoltre osservato che il particolare processo riproduttivo delle specie vulcaniana (il *Pon Farr*) fa in modo che soltanto i soggetti forti e sani possano riprodursi, e ciò influisce naturalmente in senso positivo sulla durata della vita.

I Vulcaniani, in ogni caso, non sono certo immuni dall'invecchiamento, sui cui meccanismi è ora necessario soffermarsi.

Escludendo i fattori esterni che provocano un'abbreviazione della durata naturale della vita (agenti tossici, patogeni, traumi, incidenti, condizioni sfavorevoli di vita), va ricordato che il processo dell'invecchiamento, che conduce in ogni caso l'organismo alla morte, è sostanzialmente dovuto ad un accumulo di errori nei meccanismi di replicazione cellulare, e in particolare al DNA.

Ma cos'è, esattamente, l'invecchiamento?

L'organismo umano, così come quello vulcaniano, è composto da un gran numero di cellule; alcune di esse (neuroni, cellule muscolari) non si riproducono, e il loro numero è destinato a diminuire nel corso degli anni, non essendo sostituite da nuove cellule dello stesso tipo. Le altre, la maggior parte, si riproducono mediante mitosi, un processo che porta una cellula “madre” a dividersi in due cellule “figlie” identiche all'originale... o quasi!

Nel corso degli anni, infatti, il DNA contenuto nelle cellule subisce una serie progressiva di danni ad opera di fattori esterni (radiazioni, radicali liberi, sostanze tossiche), non sempre rimediabili dai pur efficienti meccanismi di protezione cellulari. Così, quando una cellula si “riprodurrà”, le cellule “figlie” ereditano un patrimonio genetico meno “genuino” della loro progenitrice, e “trasmetteranno” alle cellule discendenti del materiale genetico ancora più danneggiato.

Come risultato, l'organismo risulterà composto di cellule contenenti DNA sempre più deteriorato, e dunque sempre meno efficiente nell'assolvere alle sue funzioni.

Ovviamente, detto meccanismo opera anche a carico delle cellule che non si riproducono, che verranno perciò irrimediabilmente danneggiate, e alla fine distrutte.

Accanto a questo meccanismo di invecchiamento, che potremmo definire “patologico” perché frutto di agenti esterni che, in ipotesi, potremmo eliminare o ridurre, esiste un invecchiamento “fisiologico” che è inserito sin dall'origine nel patrimonio genetico della cellula (e quindi dell'individuo), la quale è in effetti programmata per l'autodistruzione.

Alle estremità dei cromosomi esistono difatti delle porzioni di DNA denominate *telomeri*, aventi la funzione di proteggere la catena molecolare del DNA durante la fase di replicazione, impedendo la degradazione delle estremità della molecola. Ad ogni replicazione, in pratica, i telomeri si “sacrificano”, perdendo un pezzo, sinché, una volta esaurita la loro capacità protettiva, la catena di DNA non è più in grado di replicarsi, e la cellula muore.

La maggiore longevità dei Vulcaniani è dunque probabilmente dovuta sia ad una maggiore lunghezza e/o durata dei telomeri dei cromosomi vulcaniani, che consentono alle cellule del loro organismo di riprodursi un maggior numero di volte, sia a più efficienti meccanismi di protezione e riparazione del DNA dagli agenti dannosi esterni.

Per quale motivo i Vulcaniani hanno sviluppato, nel corso dell'evoluzione, simili capacità?

Il motivo probabilmente più importante è rappresentato dalla necessità di proteggere l'organismo dall'elevata quantità di radiazioni solari.

Il sole di Vulcano è la stella Eridani 40 A³, distante circa 16 anni luce dalla Terra. Si tratta di una stella arancione, di età approssimativamente pari a quella del sole della Terra, facente parte di un sistema triplo, composto, oltre che della stella citata, da una nana bianca (Eridani 40 B) e da una nana rossa (Eridani 40 C), distanti da A circa 40 miliardi di chilometri e orbitanti, con un periodo di 252 anni, attorno al centro comune di gravità.

Poiché Vulcano ha una temperatura superiore a quella della Terra (si vedano gli episodi *Gli anni della morte – The deadly years* e *Il duello – Amok time* della serie classica), e Eridani 40 A ha una temperatura inferiore di quella del Sole, ne consegue che Vulcano deve essere più vicino al suo sole di quanto lo sia la Terra. Di conseguenza riceve una quantità di radiazioni solari sicuramente maggiore, anche considerato l'apporto delle altre due stelle del sistema (Eridani 40 B e C).

L'organismo vulcaniano ha dunque sviluppato delle forme di resistenza e difesa dalle radiazioni superiore a quello dell'organismo terrestre. A parte la seconda palpebra, su cui si tornerà più avanti, ricordiamo che nel film *Star Trek II – l'ira di Kahn*, Spock sopravvive diversi minuti alle radiazioni gamma che hanno invaso parte della sala macchine dell'Enterprise, e resta cosciente sino alla fine, mentre Scott, pur ricevendo una dose molto minore ed pur indossando la tuta protettiva, perde conoscenza dopo pochi istanti.

Tornando alla questione della longevità, l'adattamento ad un ambiente caratterizzato da un (relativamente) elevato livello di radiazioni richiede dei meccanismi di riparazione del DNA certamente più efficienti di quelli terrestri: in caso contrario, la quantità di mutazioni e danni cellulari indotta dalle radiazioni sarebbero inconciliabili con una durata della vita tanto lunga.

La longevità della specie vulcaniana è dunque, dal punto di vista evolutivo, un effetto collaterale di tali meccanismi di protezione del materiale genetico cellulare.

STAR TREK ITALIAN CLUB

3. ORGANI DI SENSO.

Come gli Umani, anche i Vulcaniani hanno 5 organi di senso: vista, udito, gusto, olfatto e tatto.

³ Il dato non trova riscontro in nessuna fonte canonica, ma deriva da una affermazione effettuata da Gene Roddenberry nel corso di un'intervista rilasciata negli anni '70.

La sensibilità e le caratteristiche anatomiche degli organi di senso vulcaniani sono ovviamente adattati all'ambiente nel quale si sono evoluti, e che spiegano le differenze rispetto agli omologhi umani.

Per quanto riguarda la **vista**, è probabile, benché manchino dati canonici al riguardo, che la finestra di lunghezza d'onda corrispondente alla luce visibile, che per gli esseri umani è compresa tra 3900 (violetto) e 7000 (rosso) Angstrom⁴, sia nei Vulcaniani leggermente spostata verso la zona dell'infrarosso, ossia oltre i 7000 Angstrom, a causa della particolare luce di 40 Eridani. Ciò implicherebbe nei Vulcaniani una leggera differenza, rispetto agli Umani, nella percezione di alcune tonalità di colore, ma l'assenza, già ricordata, di informazioni canoniche al riguardo rende inopportuno un approfondimento del discorso.

Un dato canonico di rilievo sugli occhi vulcaniani è invece la cosiddetta seconda palpebra, della quale apprendiamo l'esistenza nell'episodio *Pianeta Deneva -- Operation: annihilate* della serie classica. La seconda palpebra ha la funzione di proteggere l'occhio dalla luce troppo intensa, e scatta automaticamente (e involontariamente) allorché l'intensità della radiazione luminosa che raggiunge i bulbi oculari superi una determinata soglia.

La seconda palpebra è probabilmente una piega della congiuntiva che scorre sopra l'occhio proteggendolo, oltre che dall'intensa luce, anche dagli agenti atmosferici e da corpi estranei, e concorrendo alla funzione di detersione e lubrificazione svolta dalla palpebra principale.

Lo sviluppo della seconda palpebra è evidentemente dovuto alle condizioni climatiche di Vulcano, caratterizzato da clima prevalentemente desertico, radiazione luminosa di elevata intensità, scarsa umidità atmosferica. In tale ambiente la seconda palpebra funge da prezioso strumento di protezione dei bulbi oculari, esposti ad un gran numero di agenti lesivi.

Con l'avvento della tecnologia, e l'enorme miglioramento delle condizioni di vita che ne è conseguito, tale organo ha perso parte della sua utilità, rispetto ad un remoto passato in cui i primitivi Vulcaniani trascorrevano la maggior parte del tempo all'aperto, **con scarsi mezzi di protezione**. Nell'episodio citato, difatti, Spock ricorda l'esistenza della seconda palpebra solo dopo avere riacquisito la vista, confermando l'ipotesi che in epoca moderna le occasioni di ricorrere a tale meccanismo di difesa sono piuttosto rare, tanto che dello stesso, nella vita quotidiana, i Vulcaniani sono scarsamente consapevoli.

⁴ L'Angstrom è l'unità di misura della lunghezza d'onda della radiazione elettromagnetica; un Angstrom corrisponde a 10^{-8} cm.

Per quanto riguarda l'**udito**, la caratteristica fisica senza dubbio più famosa della specie vulcaniana è la caratteristica conformazione a cuspidi dei padiglioni auricolari (le famose “orecchie a punta”).

Tale conformazione trova comunemente giustificazione nell'esigenza di aumentare la recettività uditiva nell'atmosfera vulcaniana, più rarefatta di quella terrestre (vedasi l'episodio *Il Duello*, già citato).

I Vulcaniani hanno un'elevata sensibilità uditiva⁵, superiore a quella umana (che percepisce i suoni di frequenza compresa tra 20 e 20.000 Hertz), anche se non è dato sapere, dalle fonti canoniche, se la superiorità valga nelle basse, nelle alte frequenze o in entrambe.

In ogni caso, la conformazione del padiglione auricolare, che funge sostanzialmente da “antenna”, captando il suono e indirizzandolo verso le strutture interne dell'orecchio, consente una superiore sensibilità dell'organo uditivo, sia in ragione della forma del padiglione, che della sua ampiezza.

La rarefazione dell'atmosfera potrebbe comunque non essere l'unica, o la principale ragione dello sviluppo del senso dell'udito: è ben più probabile che una simile esigenza sia connessa a ragioni di sopravvivenza (caccia, difesa) nell'ostile ambiente vulcaniano.

Passando all'**olfatto**, anche tale senso è estremamente sviluppato nei Vulcaniani, e in particolare nelle donne, come apprendiamo negli episodi *Broken Bow* - prima parte, e *Breaking the ice* della serie *Enterprise*. I Vulcaniani sono talmente sensibili da trovare insopportabile l'odore dei Terrestri, al punto da ricorrere a farmaci inibitori per sopportare il prolungato contatto con gli Umani.

Sullo sviluppo del senso dell'olfatto nei Vulcaniani possono farsi considerazioni analoghe all'udito, essendo probabile che una simile sensibilità si sia sviluppata per esigenze connesse alla tutela dell'incolumità personale e alla ricerca del cibo.

In ordine a tatto e gusto, non si segnalano elementi di rilievo nelle fonti canoniche. Da ciò che si può appurare nell'esame delle fonti, non risultano esservi differenze significative rispetto ai corrispondenti sensi umani.

4. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE.

Le fonti riferiscono occasionalmente di altre capacità particolari dei Vulcaniani, quali ad esempio la possibilità, in caso di malattia o ferita, di concentrare le risorse dell'organismo nel distretto offeso, per accelerarne la guarigione (*Guerra privata – A private little war*, CLA); oppure quella di fare a

⁵ Per una conferma in fonti canoniche, vedasi l'episodio della serie classica *Una città tra le nuvole – The cloud minders*.

meno del sonno per periodi relativamente lunghi (*Il paradiso perduto – The paradise syndrome*, CLA). Si tratta di caratteristiche evidentemente destinate alla sopravvivenza in un ambiente ostile, ma non è dato sapere se dipendano da peculiarità della fisiologia vulcaniana, oppure siano il risultato di una qualche forma di addestramento psicofisico.

Le fonti, purtroppo, non menzionano mai i meccanismi di termoregolazione dell'organismo vulcaniano, che devono presentare certamente significative differenze rispetto a quelli umani sia per le differenze climatiche che per le esigenze di conservazione dei liquidi. Si ritiene dunque opportuno non indugiare su di essi, al fine di evitare esposizioni di natura meramente congetturale.

Le complesse problematiche relative alla riproduzione⁶ e alla telepatia⁷ dei Vulcaniani hanno invece formato oggetto di appositi lavori dell'Accademia, cui si ritiene opportuno rinviare.

Lunga vita e prosperità.

Salvatore “Sooran” Carboni
Presidente della Commissione Bibliografica IVSA



⁶ Vedasi il mio articolo *Sessualità vulcaniana*, pubblicato sul LOG Vulcan n. 7 – maggio 2002.

⁷ L'argomento è stato trattato, sia nei suoi aspetti fisiologici che culturali, dal ricercatore Giuseppe “Saduk” Ruiu, in un lavoro di futura pubblicazione.