

Tutto su *Pseudomonas*

Pseudomonas è un batterio che nella classificazione scientifica appartiene ai PROCARIOTI (*pro*: prima e *kàryon*: nucleo), cioè organismi privi di un nucleo cellulare ben definito e delimitato dalla membrana nucleare, gli unici organuli intracellulari presenti sono i ribosomi; hanno dimensioni dell'ordine di pochi micron, il genoma cellulare è costituito da una sola molecola circolare di DNA (acido desossiribonucleico, dove sono racchiuse tutte le informazioni genetiche) più semplice di quello delle cellule degli EUCARIOTI (dal greco *Eu* 'perfetto' e *Karyon* 'nucleo'), che si trovano negli organismi al livello più alto della classificazione scientifica, in cui si dividono gli esseri viventi ed in cui troviamo i Funghi, le Piante e gli Animali.

La classificazione scientifica dei procarioti è complessa e prende in considerazione l'habitat in cui si sono evoluti ed adattati a vivere, la loro forma (o morfologia) (b: a bastoncino, cocchi: a sfera; vibriani: a virgola; spirilli: a spirale spirochete: con più curve), la capacità di causare malattia (patogenicità) in altri esseri viventi (uomo, animali, piante).

I batteri denominati *Pseudomonas* sono bacilli, aerobi (vivono alla presenza d'ossigeno a pressione atmosferica), mobili perché hanno un flagello (appendice lunga e sottile) ad un polo della cellula, non formano mai la spora, e Gram negativi, cioè si osservano colorati di rosso al microscopio ottico, dopo averli sottoposti alla colorazione di Gram, che è il primo metodo semplice e rapido usato dai batteriologi per discriminare i batteri tra loro sulla base del loro aspetto microscopico. Sempre secondo la classificazione scientifica *Pseudomonas* appartiene ad un grande gruppo di batteri denominato scientificamente FAMIGLIA delle *Pseudomonadaceae*, a sua volta suddiviso in un raggruppamento, il GENERE "PSEUDOMONAS". Le moderne tecniche che si basano sull'analisi del codice genetico (del DNA e del RNA o acido ribonucleico) hanno permesso di suddividere il genere *Pseudomonas* in diversi gruppi: *Pseudomonas aeruginosa* group, *Pseudomonas chlororaphis* group, *Pseudomonas fluorescens* group, *Pseudomonas pertucinogena* group, *Pseudomonas putid* group, *Pseudomonas stutzeri* group e infine *Pseudomonas syringae* group, più una serie di almeno altre 64 specie d'incerto raggruppamento. Le specie diverse identificate sono attualmente più di 150, ma questo numero è destinato a crescere ancora, man mano che diversi ambienti sono studiati e che le tecniche a disposizione dei ricercatori e dei biologi tassonomisti (quelli che studiano la classificazione dei batteri) diventano sempre più specializzate e sofisticate.

Le specie del genere *Pseudomonas* sono batteri molto diffusi in natura, ubiquitari, cioè in grado di "abitare" o come si dice "colonizzare" differenti "nicchie" ecologiche, in particolare il terreno, le acque e le piante, e colonizzare anche gli animali e l'uomo. Il nome che è dato dagli scienziati per designare le diverse specie in genere riflette, in latino, o la particolare nicchia in cui la specie è stata ritrovata (es. *Pseudomonas oryzihabitans*, abitante della rizosfera, cioè la zona del terreno prossima alle radici delle piante), l'area geografica (es. *Pseudomonas antarctica*, *Pseudomonas mediterranea*) o altre caratteristiche salienti, come la produzione di pigmenti colorati o odore caratteristico. Per *Pseudomonas aeruginosa*, il termine "*aeruginosa*" deriva dalla parola latina che identifica la patina di "ruggine di rame" che descrive il pigmento verde-blu che si vede nelle culture di laboratorio del batterio. *Pseudomonas fluorescens* ha ricevuto questo nome perché secerne un

pigmento fluorescente chiamato fluoresceina. *Pseudomonas verrucosa* è il nome dato alla scoperta di questa specie ora denominata *Pseudomonas putida*. Alcuni batteri del Genere *Pseudomonas* (es. *Pseudomonas aurantica*, che vive nelle radici delle patate) sono organismi utili all'agricoltura, infatti producono sostanze antibiotiche naturali che difendono la pianta dall'attacco di batteri o funghi patogeni per la pianta stessa, in questo caso sono chiamati "agenti di bio-controllo". Altre specie, grazie alla loro capacità di "attaccare" gli idrocarburi, sono in grado di ripulire ambienti inquinati (es. *Pseudomonas putida* metabolizza il toluene, un derivato del petrolio), in questo caso sono definiti "agenti di bio-remediation".

Il genere *Pseudomonas* comprende alcune specie che si comportano da "patogeni opportunisti", cioè in alcuni casi passano da semplici colonizzatori ambientali a temibili batteri che causano infezioni nell'uomo. *Pseudomonas aeruginosa* è la specie più importante come patogeno umano, è molto diffusa nell'ambiente naturale ma anche negli ospedali, dove è uno dei principali patogeni ospedalieri. Nelle strutture ospedaliere dove non sono seguite correttamente le norme d'igiene, può causare vere e proprie piccole epidemie con conseguenze a volta anche gravi. La sua versatilità gli permette di compiere dei cosiddetti salti di barriera, e passare dall'ambiente a colonizzare e causare infezioni di ferite, cateteri, cute, ecc. *Pseudomonas aeruginosa* è un patogeno molto temibile per individui con ridotte difese immunitarie, come si verifica in caso di neoplasie o interventi di trapianto. Una caratteristica di *Pseudomonas aeruginosa* è quella di sviluppare rapidamente resistenze a molti antibiotici, diventando scarsamente permeabile ad essi, o producendo enzimi capaci di inattivare alcuni farmaci come le penicilline e gli aminoglicosidi, oppure adottando dei meccanismi d'espulsione veri e propri degli antibiotici dalla cellula.

Naturalmente sappiamo che *Pseudomonas aeruginosa* è il principale patogeno dell'infezione polmonare nelle persone affette da Fibrosi Cistica, ma la ragione di questa peculiarità non è ancora stata del tutto chiarita dai ricercatori. La persona affetta da Fibrosi Cistica, quando viene a contatto di questo microrganismo, a causa del difetto delle normali difese dell'epitelio respiratorio proprio della malattia, spesso non è in grado di eliminarlo prontamente. In questa fase di prima colonizzazione l'individuo non presenta i sintomi clinici che caratterizzano in seguito la presenza di *Pseudomonas aeruginosa* ed è possibile agire efficacemente con gli antibiotici per eliminare il microrganismo, ed evitare le sequele. In questo caso i clinici attueranno con gli antibiotici un protocollo terapeutico "aggressivo" con lo scopo di eradicare, eliminare il batterio dalle vie aeree. Sono le colture batteriologiche delle secrezioni respiratorie (tampone faringeo, aspirato ipofaringeo ed espettorato), eseguite regolarmente almeno ogni tre mesi, permetteranno di mettere in evidenza tempestivamente la presenza di *Pseudomonas aeruginosa* e verificare quando non è più presente dopo la terapia antibiotica. Se il germe in qualche caso continua a persistere, si dovrà adattare a sopravvivere alla condizione "ambientale" particolare rappresentata dal polmone. Lentamente, mediante complessi meccanismi biochimici chiamati del "quorum-sensing", si moltiplicherà e si specializzerà, e sarà in grado di formare una particolare struttura, una sorta di comunità microbica, denominata "biofilm", ovvero una bio-pellicola composta di un'aggregazione complessa di microrganismi contraddistinta dalla secrezione di una matrice adesiva e protettiva extracellulare di sostanze polimeriche, spesso di carattere polisaccaridico (una serie di molecole di zuccheri). Il biofilm è in grado di aderire tenacemente all'epitelio

polmonare. Questa condizione quindi è favorevole a *Pseudomonas aeruginosa* perché protegge i componenti della comunità microbica dall'azione di alcune difese anticorpali e cellulari del polmone e dall'azione di molti antibiotici. L'infezione in questa fase viene definita cronica e porta lentamente al danno della funzionalità polmonare; *Pseudomonas aeruginosa* non è più eradicabile e l'infezione è sintomatica in quanto il paziente passa da periodi di stabilità a periodi in cui vi sono riacutizzazioni polmonari. In questa situazione sarà quindi importante tenere sotto controllo la presenza di *Pseudomonas aeruginosa*, mediante colture microbiologiche delle secrezioni delle vie aeree (espettorato), che ci diranno a quali antibiotici possiamo ricorrere per la cosiddetta terapia di mantenimento, che fa sì di tenere a bada lo sviluppo del biofilm e prevenire le riacutizzazioni.

Quando in laboratorio si eseguono le colture microbiologiche, *Pseudomonas aeruginosa* proveniente da persone con infezione cronica presenta un particolare aspetto (scientificamente denominato fenotipo) nelle piastre "petri" di terreno di coltura: la crescita è sotto forma di colonie molto mucose dette colonie mucoidi. Questo, perché *Pseudomonas aeruginosa* che cresce nel biofilm caratteristico di questa fase dell'infezione si specializza a produrre una spessa capsula protettiva, composta da una sostanza chiamata alginato, un grosso polimero esopolisaccaridico. In questo caso, per convenzione, chi si occupa di infezioni polmonari in Fibrosi Cistica denomina questi ceppi come isolati di "*Pseudomonas mucoide*", omettendo e dando per scontato l'appartenenza alla specie "*aeruginosa*". Analogamente, nelle colture nelle quali *Pseudomonas aeruginosa* non presenta colonie mucoidi, i ceppi vengono denominati come isolati di "*Pseudomonas non-mucoide*". In molti casi, nelle colture degli espettorati troviamo contemporaneamente colonie di *Pseudomonas mucoide* e non-mucoide ed anche la presenza di altri ceppi di *Pseudomonas aeruginosa* che crescono sotto forma di colonia "rugosa", tutti modi di presentarsi del batterio (fenotipo), espressione della comunità specializzata presente nel biofilm polmonare.

Graziana Manno

Dipartimento di Scienze Pediatriche – Università di Genova. Laboratorio Generale di Analisi Sezione Microbiologia della Fibrosi Cistica. Istituto G. Gaslini, Genova