

La **trasmissione** dei germi patogeni dalla fonte di infezione all'individuo "sensibile" può avvenire secondo due modalità: trasmissione diretta e indiretta.

**1. Nella trasmissione diretta** si ha il passaggio dei germi direttamente dalla fonte d'infezione al soggetto sensibile; i germi non devono cioè transitare e permanere nell'ambiente esterno. Vi deve perciò essere un **contatto** diretto tra i due individui.

Questa modalità di trasmissione è tipica delle malattie veneree, che vengono trasmesse attraverso il contatto sessuale: sifilide, blenorragia, ulcera molle, herpes genitale, infezioni da Candida, Trichomonas, AIDS, epatite B (per queste ultime due è possibile anche una trasmissione attraverso il sangue infetto).

Un altro gruppo di malattie a trasmissione diretta sono le malattie a trasmissione materno-fetale, nelle quali i germi patogeni passano dalla madre al feto attraverso la placenta, organo di nutrizione del feto. In questo caso, la trasmissione è detta "verticale" (Figura 1).

Alcune malattie a trasmissione prevalentemente indiretta possono talvolta essere trasmesse per via diretta: per esempio, la mononucleosi infettiva,



**Figura 1** - La trasmissione materno-fetale è una particolare modalità di trasmissione diretta, durante la gestazione, attraverso la placenta.

che viene detta anche "malattia del bacio" proprio perché può essere trasmessa baciandosi (ossia attraverso il passaggio di saliva infetta).

**2. Nella trasmissione indiretta** i germi patogeni vengono liberati nell'ambiente esterno e qui trovano dei "mezzi di trasporto" con i quali possono in seguito raggiungere l'individuo "sensibile", ossia contagiabile. In base alla loro natura, questi "mezzi di trasporto" per i germi patogeni vengono distinti in due gruppi:

- **veicoli:** sono mezzi di trasporto inanimati;
- **vettori:** sono mezzi di trasporto animati, ossia piccoli organismi viventi.

### I veicoli di infezione

Sono veicoli di infezione tutti gli oggetti che possono trasmettere il contagio. Il più importante è l'aria, ma molta importanza hanno pure l'acqua, gli alimenti, il suolo e la polvere. I veicoli possono generalmente ricondursi a tre tipi:

**1. veicoli inerti o indifferenti** (acqua, fazzoletti, biancheria ecc.), nei quali i germi possono solo sopravvivere, ma non riprodursi;

**2. veicoli favorenti** (latte, uova, alimenti in genere, sangue ecc.), che favoriscono la riproduzione dei microrganismi che trovano in questi veicoli i materiali nutritivi necessari per la loro moltiplicazione;

**3. veicoli ostacolanti**, oggetti nei quali la riproduzione e anche la sopravvivenza dei germi è resa difficile: per esempio, alcuni alimenti acidi, bibite gassate, vino, ma anche l'aria che tende a diluire la carica microbica e a danneggiare i microrganismi per essiccamento e per effetto dei raggi ultravioletti della luce solare.

**Aria.** Pur avendo un'azione sfavorevole sulla riproduzione e sopravvivenza di molte specie microbiche, resta comunque il veicolo principale di malattie infettive causate da germi che penetrano nell'organismo attraverso l'apparato respiratorio. Questa via di penetrazione è tipica delle malattie infettive dell'apparato respiratorio (raffreddore, influenza, tubercolosi, polmoniti ecc.), ma anche di quelle esantematiche infantili (morbillo, rosolia, scarlattina ecc.), della meningite, della poliomielite e altre ancora.

Gli ambienti ristretti e affollati favoriscono la trasmissione pressoché immediata da un individuo all'altro (contagio interumano), attraverso le goccioline di saliva espulse con gli starnuti, i colpi di tosse o mentre parliamo (Figura 2).



**Figura 2** - La trasmissione può avvenire attraverso le goccioline di saliva espulse con gli starnuti o con la tosse.

Le goccioline di saliva (dette goccioline di Flügge) contengono, infatti, anche muco, cellule desquamate e microbi. Mentre parliamo emettiamo goccioline di saliva più grosse, visibili a occhio nudo (diametro compreso tra 0,1 e 2 mm), che vengono proiettate fino a una distanza massima di mezzo metro; le goccioline di saliva emesse con i colpi di tosse e gli starnuti sono più piccole e possono

essere proiettate fino a 2 metri di distanza dal soggetto che le ha emesse. I germi contenuti in queste goccioline possono, inoltre, rimanere sospesi in aria anche per molte ore e, sospinti dalle correnti, possono raggiungere distanze notevoli. Le goccioline di saliva e i germi in esse contenuti tendono successivamente a sedimentare, ossia a cadere al suolo.

La sopravvivenza dei germi dipende dalla loro capacità di resistere all'azione disinfettante naturale dell'aria: l'essiccamento e i raggi ultravioletti sono i principali "nemici" dei germi, per cui la loro sopravvivenza è facilitata in ambienti umidi e dotati di scarsa illuminazione naturale. Particolarmente resistente all'essiccamento è il bacillo di Koch, responsabile della tubercolosi che, tuttavia, viene distrutto facilmente dai raggi solari. Questi germi resistenti all'essiccamento possono sopravvivere giorni e giorni nella polvere e, successivamente, per effetto della ventilazione, vengono risollepati col pulviscolo.

**Polvere.** La polvere rappresenta un possibile veicolo di infezioni, specialmente di quelle trasmesse per via aerea. Da ciò si rileva l'importanza della pulizia, soprattutto negli ambienti chiusi e affollati (come case, scuole, ospedali, bar, alberghi ecc.) per la prevenzione di queste malattie, in particolare la tubercolosi.

**Suolo.** Se la polvere rappresenta un problema igienico negli ambienti chiusi, negli spazi aperti il suolo può essere contaminato, oltre che dai germi emessi con le gocce di saliva e sedimentati al suolo (generalmente però poco concentrati), anche da microrganismi e parassiti provenienti dall'intestino di animali ed esseri umani.

Fortunatamente non molte specie microbiche riescono a sopravvivere

a lungo nel suolo: tra i più resistenti ricordiamo i germi sporigeni, in particolare quelli responsabili del tetano e della gangrena gassosa (Clostridi). Le spore sopravvivono, infatti, a lungo nel terreno e possono penetrare nell'organismo accidentalmente attraverso una ferita, un'ulcerazione della pelle. Introdotte nell'organismo, se la ferita non viene ben lavata, possono verificarsi le condizioni ideali per la germinazione delle spore e la conseguente insorgenza delle malattie provocate dai Clostridi. Le spore di questi Clostridi sono estremamente diffuse nel terreno; sono presenti anche nell'intestino di animali da pascolo (bovini ed equini) e quindi nel terreno contaminato dalle loro feci (pascoli e terreni concimati).

Dal suolo i germi possono sollevarsi con la polvere contaminando così l'aria, oppure possono contaminare l'acqua e gli alimenti di origine vegetale.

**Acqua.** L'acqua rappresenta un veicolo inerte, nel quale i germi possono sopravvivere ma non riprodursi.

Le malattie che possono essere trasmesse attraverso l'acqua sono molte. Alcune vengono trasmesse mediante ingestione di acqua infetta: dissenteria amebica o bacillare, epatite virale, tifo, colera ecc.; altre invece vengono trasmesse mediante contatto della pelle non integra con acqua contaminata: per esempio la leptospirosi, una grave malattia trasmessa attraverso l'acqua contaminata da urina di topo infetto.

Di particolare importanza è la contaminazione delle falde acquifere o della rete idrica (acquedotto), perché l'acqua viene distribuita a numerose unità abitative e può, se infetta, determinare l'insorgenza di vere epidemie. Se le falde acquifere sono in profondità il rischio di inquinamento microbico è scarso perché il terreno impedisce, con un'azione di filtro, il passaggio dei microrganismi patogeni. Le tubature

della rete idrica possono contaminarsi se non hanno una buona tenuta, come può accadere in seguito a smottamenti, terremoti ecc. Attualmente i rischi più grossi, per l'acqua potabile, riguardano soprattutto l'inquinamento chimico industriale (Figura 3). Tra le acque superficiali sono più frequentemente inquinate quelle stagnanti (pozze, stagni ecc.) e quelle che attraversano terreni infetti.

Nei Paesi tropicali sono pericolose anche le acque di laghi e fiumi (acqua dolce), perché sono spesso popolate, oltre che da germi patogeni, anche da macroparassiti.



Figura 3 - Acque di scarico inquinate.

**Alimenti.** Gli alimenti possono rappresentare un temibile veicolo di infezioni e intossicazioni. In essi i germi patogeni possono rapidamente riprodursi e liberare tossine responsabili delle intossicazioni alimentari. L'alimento può essere contaminato perché:

- proveniente da animale infetto (latte, carni);
- lavato o coltivato con acque infette (verdure, frutti di mare);
- manipolato da personale infetto (creme, maionese, insalata russa ecc.);
- infettato da mosche o da altri vettori.

## Veicoli e vettori

Particolarmente pericolosi risultano alimenti quali: latte e derivati (panna, creme ecc.); verdure e frutti di mare consumati crudi; conserve "casalinghe" preparate in modo scorretto (rischio di botulismo) ecc.

**Sangue.** Il sangue è un veicolo particolare, perché permette la sopravvivenza di germi che, altrimenti, non sarebbero in grado di resistere nell'ambiente esterno: tra questi il virus HIV, responsabile dell'AIDS.

La penetrazione di sangue infetto nel nostro organismo, attraverso la cute, può avvenire a seguito di punture di insetti ematofagi (che si "cibano" di sangue, per esempio le zanzare), oppure a seguito di trasfusioni, oppure ancora per ferite accidentali con aghi o altri strumenti taglienti (bisturi ecc.), nonché per l'uso di siringhe (frequente tra i tossicodipendenti) contaminate da sangue infetto.

### I vettori di infezione

I **vettori** sono piccoli organismi viventi in grado di trasportare i germi patogeni dalla fonte di infezione all'individuo sano. Sono soprattutto insetti (zanzare, mosche, pidocchi, pulci, cimici) o aracnidi (zecche, acari). Vengono distinti in due gruppi: vettori passivi e vettori attivi.

- I **vettori passivi** non partecipano ai processi riproduttivi dei microrganismi, ma si limitano a trasferirli da un luogo a un altro. Tipico esempio è la comune mosca domestica, che, essendo priva di succhi digestivi, tende ad alimentarsi con cibi già decomposti sulle feci e sulla carne frollata (Figura 4). Ciò le permette di trasmettere le infezioni all'uomo, depositando i germi patogeni sul cibo.

In questo caso la trasmissione seguirà questo tragitto:

*fonte di infezione → feci → vettore (mosca) → veicolo (cibo) → individuo sensibile.*

- I **vettori attivi**, invece, partecipano alla riproduzione dei germi, ossia ne favoriscono la moltiplicazione. Un esempio è costituito dalla pulce del ratto, all'interno della quale il germe responsabile della peste (*Pasteurella* o *Yersinia pestis*) si moltiplica, aumentando, con la carica batterica, la possibilità di infettare soggetti sani. In alcuni casi il vettore attivo non si limita a permettere la moltiplicazione del germe che ospita, ma partecipa attivamente al processo di maturazione del germe. Questo tipo di vettore è detto **vettore attivo obbligato**. Solo la maturazione che avviene nel vettore permette al germe patogeno di acquisire il suo massimo grado di patogenicità. Se, invece, il germe infetta un individuo senza passare per il vettore, e quindi non "matura", determina nel soggetto una malattia di minor intensità. Per esempio, le zanzare femmine del genere *Anopheles* sono responsabili della trasmissione della malaria (Figura 5). In esse i Plasmodi della malaria si moltiplicano e completano una fase del loro ciclo maturativo (fase sessuata). Se i Plasmodi maturano sono in grado di penetrare nei globuli rossi di un individuo che viene infettato. La malaria può così manifestarsi nella forma completa.

La trasmissione avviene secondo questo schema:

*malato → puntura dell'Anopheles → maturazione dei Plasmodi nell'Anopheles → puntura di un individuo sano con inoculazione dei plasmodi maturi.*

A volte l'infezione malarica può essere trasmessa senza il vettore *Anopheles*, attraverso una trasfusione o per inoculazione di sangue infetto, come può avvenire ai tossicodipendenti, che usano siringhe sporche di sangue altrui. In questo caso la trasmissione salta la maturazione nell'*Anopheles* e i plasmodi che si trasferiscono non sono in grado di penetrare nei globuli rossi e romperli. L'infezione determinerà disturbi meno gravi della malaria in forma completa.



Figura 4 - Le mosche sono vettori passivi.



Figura 5 - Alcune zanzare possono fungere da vettori attivi: le zanzare del genere *Anopheles*, per esempio, partecipano attivamente al ciclo riproduttivo dei Plasmodi della malaria e sono perciò vettori attivi di questa malattia.