

Capitolo 7

Ruolo del laboratorio di microbiologia

Smilja Kalenic

Elementi chiave

- I microbi sono agenti infettivi, invisibili a occhio nudo, ampiamente diffusi in natura. Alcuni sono responsabili di malattie nell'uomo. Si suddividono in: batteri, funghi, virus, prioni e protozoi. Comprendono anche parassiti macroscopici.
- La diagnosi microbiologica ha due importanti finalità: clinica ed epidemiologica.
- Il laboratorio di microbiologia deve essere in grado di identificare i microrganismi più frequentemente responsabili principali di infezioni nelle Organizzazioni Sanitarie, ed eseguire almeno qualche tipizzazione.
- Il laboratorio di microbiologia deve produrre rapporti periodici che consentano al personale addetto al controllo ed alla prevenzione delle infezioni di costruire grafici d'incidenza per specifici patogeni, reparti e/o gruppi di pazienti.
- I microbiologi (che conoscono il ruolo della flora che colonizza normalmente l'uomo, la patogenesi delle infezioni e le caratteristiche di specifici patogeni) possono interpretare i risultati microbiologici per il personale addetto alla prevenzione ed al controllo delle infezioni

Nozioni di base di Microbiologia^[1-7]

I microbi (o microrganismi) sono agenti infettivi, invisibili a occhio nudo. Si dividono in batteri, funghi, virus, prioni e protozoi. I microbi sono ovunque, vivono come liberi organismi nell'ambiente o sulle/nelle piante, animali e uomo, sia come flora commensale (che non causa malattia) o come patogeno (responsabile di malattia).

Alcuni microbi hanno un solo ospite; molti possono invece vivere so/in una vasta gamma di ospiti. Microbi patogeni per le piante non sono pericolosi per l'uomo; alcuni microbi patogeni per gli animali possono invece causare malattia nell'uomo (zoonosi).

Si realizza un quadro di colonizzazione quando un microbo incontra un nuovo ospite ed inizia a moltiplicarsi. Il microbo può rimanere in equilibrio con l'ospite senza che si sviluppi una malattia. Ma può anche causare una malattia, detta malattia infettiva (infezione).

Si definiscono "patogeni primari" i microbi che di solito causano malattia in un ospite suscettibile. Sono detti "patogeni opportunisti" i microbi che vivono nella flora normale dell'uomo o nell'ambiente e non causano malattia nelle persone in buona salute, ma possono causarla nell'ospite immunocompromesso. Si definisce "contaminazione" il riscontro di microbi inusuali sulla pelle e su superfici o oggetti inanimati.

L'infezione può essere sintomatica o asintomatica. A seguito dell'infezione i microbi possono rimanere per un certo tempo nell'ospite e/o passare ad altri ospiti, anche con totale assenza di sintomatologia. Si definisce questa condizione "stato di portatore" e le persone colpite "portatori"

Definiamo "endogena" l'infezione causata da microbi che fanno parte della normale flora dell'organismo. "Esogena" l'infezione causata da microbi che non ne fanno parte.

I microbi possono essere trasmessi da unospite all'altro con diverse modalità che includono: aria, acqua, cibo, vettori viventi, contatti indiretti con oggetti o superfici contaminate, o contatto diretto con vari ospiti. I microbi, per poter causare una malattia infettiva, devono prima entrare nel corpo umano, attraverso le vie respiratorie, il tratto gastrointestinale o genitourinario, o attraverso la cute danneggiata o anche integra. Di solito i microbi si moltiplicano nel sito di entrata, poi attraversano le mucose e raggiungono i tessuti o anche il sangue. Dal sangue possono diffondere in tutto il corpo e localizzarsi in vari organi o tessuti.

Dopo essersi moltiplicati, i microbi possono lasciare il corpo, attraverso le secrezioni respiratorie, gastrointestinali o genitourinarie e raggiungere un nuovo ospite. Alcuni microbi sono trasmessi da insetti vettori che si nutrono di sangue umano. Sapere come una infezione si sviluppa è fondamentale per la diagnosi clinica, per la scelta dei campioni clinici su cui effettuare le indagini microbiologiche e il momento della raccolta dei campioni, così come per la scelta e messa in atto delle misure per prevenirne la diffusione.

Batteri

I batteri sono i più piccoli organismi con tutte le funzioni per vivere. Si moltiplicano per semplice divisione da una cellula madre in due cellule figlie. Quando si moltiplicano su una superficie solida formano "colonie" che sono visibili a occhio nudo. Il materiale

genetico (DNA) è contenuto in un cromosoma circolare e in molte unità indipendenti dette “plasmidi”. Il cromosoma è aploide (con solo una catena di DNA); ne consegue che ogni variazione può essere facilmente espressa fenotipicamente.

Il materiale genetico può essere trasferito verticalmente (per divisione cellulare) o orizzontalmente (tra batteri diversi). Quest’ultima modalità è particolarmente importante per il possibile trasferimento di geni di resistenza. Molti batteri sono capaci di adattarsi con facilità a diverse condizioni ambientali. Tutti i batteri patogeni, ma anche molti opportunisti, hanno componenti che possono agire come fattori di virulenza e giocano un ruolo importante nello sviluppo della malattia infettiva.

Alcuni batteri, in condizioni ambientali sfavorevoli, possono trasformarsi da forme vegetative in spore (forme dormienti, con un involucro protettivo) che rappresentano le più resistenti forme di vita conosciute. Quando le condizioni ambientali tornano ad essere favorevoli le spore si trasformano nuovamente nelle forme vegetative.

La tabella 7.1 (in fondo al capitolo) descrive i principali gruppi di batteri patogeni e opportunisti che possono essere responsabili di infezioni nelle organizzazioni sanitarie (IOS), il loro habitat usuale, la capacità di sopravvivenza nell’ambiente, le modalità di trasmissione, i quadri infettivi e i principali metodi di prevenzione nelle organizzazioni sanitarie.

Funghi

I funghi sono microrganismi unicellulari (lieviti) o pluricellulari (muffe) molto diffusi in natura. Le loro cellule sono dette “eucariote” perché il loro DNA è contenuto nel nucleo (come nelle cellule vegetali e animali). Il loro cromosoma è diploide; ne consegue che le variazioni nel genoma non sono così facilmente espresse fenotipicamente come per i batteri. Alcuni funghi fanno parte della normale flora dell’uomo, mentre le muffe vivono per lo più libere in natura.

I lieviti si moltiplicano per gemmazione da una cellula madre (blastoconidi), mentre le muffe si moltiplicano sia sessualmente (conidi) che asexualmente (spore). Va sottolineato che le spore fungine sono altra cosa rispetto alle spore batteriche e non presentano le stesse caratteristiche di resistenza. La crescita su superfici solide porta alla formazione di colonie. Alcuni funghi patogeni possono vivere come lieviti (nell’ospite) e come muffe (nell’ambiente); sono detti funghi dimorfi.

La tabella 7.2 (in fondo al capitolo) descrive i principali gruppi di funghi che possono essere responsabili di infezioni nelle Organizzazioni Sanitarie, il loro habitat usuale, la sopravvivenza nell’ambiente, le modalità di trasmissione, i quadri infettivi, i principali metodi di prevenzione delle infezioni nelle IOS.

Virus

I virus sono i più piccoli agenti infettivi. Per riprodursi hanno bisogno di cellule vive (batteriche, vegetali o animali). I virus possono sopravvivere al di fuori di una cellula vivente, ma non moltiplicarsi. I virus sono costituiti da DNA o RNA, protetto da un rivestimento proteico; alcuni hanno anche un involucro lipidico all’esterno del rivestimento proteico.

Quando un virus entra nella cellula ospite, gli acidi nucleici virali indirizzano la sintesi proteica della cellula alla produzione di proteine ad acidi nucleici virali. Si possono così

assemblare nuove molecole virali che lasciano la cellula ospite e penetrano in altre cellule. Durante questo processo la cellula ospite viene danneggiata o distrutta e compaiono i segni e sintomi della malattia infettiva. L'infezione può però decorrere anche in modo asintomatico. Alcuni virus possono incorporare il loro DNA in quello dell'ospite, o possono vivere nella cellula ospite senza danneggiarla. Queste infezioni latenti possono però riattivarsi.

La tabella 7.3 (in fondo al capitolo) descrive i gruppi principali di virus che possono causare IOS, il loro habitat naturale, la capacità di sopravvivere nell'ambiente, le modalità di trasmissione, le malattie infettive e i principali metodi di prevenzione delle IOS.

Prioni

I prioni sono particelle proteiche; non contengono acidi nucleici. Sono noti per essere correlati ad alcune malattie neurologiche (malattia di Creutzfeldt-Jakob– encefalopatia spongiforme familiare; variante della malattia di Creutzfeldt-Jakob – encefalopatia spongiforme bovina, e alcune altre malattie). I prioni sono molto resistenti agli abituali metodi di disinfezione e anche di sterilizzazione. Si possono verificare trasmissioni iatrogene di queste malattie nei trapianti, o per contaminazione di strumenti con tessuto cerebrale, dura madre o liquido cefalorachidiano di persone infette.

Parassiti

I parassiti comprendono i protozoi (microrganismi unicellulari, eucarioti, con un nucleo diploide) che possono vivere liberi in natura e/o nell'ospite animale (uomo incluso). Alcuni causano infezioni. Comprendono poi gli elminti (vermi) che possono essere responsabili di infezioni (meglio note come infestazioni).

I parassiti sono ampiamente diffusi nel mondo e possono essere responsabili di alcune tra le più importanti infezioni contratte in comunità (malaria, ascaridiosi, ...); sono invece raramente responsabili di IOS.

La tabella 7.4 (in fondo al capitolo) descrive i principali gruppi di parassiti responsabili di IOS, il loro habitat, la sopravvivenza nell'ambiente, le modalità di trasmissione, le infezioni da loro sostenute e i principali metodi di prevenzione delle IOS

C'è un gruppo di animali - insetti o artropodi – capaci di trasmettere microbi (virus, batteri, parassiti) da uomo ad uomo o dall'animale all'uomo. Alcuni possono causare malattia nell'uomo. Uno di questi è un artropode, *Sarcoptes scabiei*, responsabile della scabbia nell'uomo. La scabbia è una malattia della pelle, molto contagiosa che può diffondersi rapidamente nelle organizzazioni sanitarie se non si mettono in atto vigorose misure di contenimento.

Ruolo del Laboratorio di Microbiologia

La diagnosi d'infezione da parte del laboratorio di microbiologia ha due importanti finalità. La prima è clinica e contribuisce alla gestione del malato infetto. La seconda è epidemiologica: il rilievo di un agente infettivo in un paziente può consentire di identificarne la fonte e le vie di trasmissione. Il personale può così intervenire ed interrompere la diffusione.

Inoltre, il microbiologo interpreta i risultati microbiologici per i clinici e per i professionisti addetti alla prevenzione e controllo delle infezioni, contribuendo così alla formazione degli operatori sanitari ed al buon uso degli antibiotici nella struttura.

Ruolo clinico

Alcune infezioni possono essere diagnosticate sulla base del quadro clinico e trattate empiricamente (meningite acuta, sepsi, o polmonite severa) anche senza l'isolamento del microrganismo causale o la determinazione della sensibilità agli antibiotici. Tuttavia, a fronte di un sospetto clinico di infezione, le indagini di laboratorio possono confermare la diagnosi e fornire indicazioni per una corretta terapia (tanto più che molte IOS sono causate da batteri e funghi molto più resistenti dei ceppi responsabili di analoghe infezioni acquisite in comunità). Una terapia antibiotica mirata assicura una prognosi migliore e riduce il rischio di trasmissione del patogeno ad altri malati, grazie alla più tempestiva eradicazione.

La microbiologia svolge un ruolo sempre più importante nella pratica medica e nella prevenzione delle IOS, specialmente per l'emergere di nuovi patogeni o di ceppi antibiotico-resistenti e la disponibilità di sempre nuove tecnologie. Il laboratorio di microbiologia deve essere in grado di identificare i microrganismi più frequentemente responsabili principali di infezioni, in particolare di quelle nelle Organizzazioni Sanitarie e di determinare la sensibilità agli antibiotici di batteri e funghi (v. tabelle 7.1 e 7.2).

I campioni per indagini microbiologiche devono essere raccolti con tecniche idonee e da sedi opportune (v. tabelle 7.1-7.4). I campioni devono essere inviati al laboratorio il più rapidamente possibile. Il personale del laboratorio di microbiologia può favorire la raccolta di campioni idonei informando ed educando gli operatori dei reparti.

L'identificazione dei microrganismi (a livello di specie) e le prove di sensibilità agli antibiotici devono essere il più accurate possibile.

La diagnosi microbiologica si basa su metodi diretti (esame microscopico sul campione, isolamento dell'agente infettivo su terreni di coltura, ricerca di antigeni microbici o di acidi nucleici nel campione) e metodi indiretti (valutazione della risposta immune del malato all'agente infettante con tecniche sierologiche). Questi ultimi sono utilizzati per la diagnosi di infezioni sostenute da batteri che non possono essere coltivati o lo sono con difficoltà o da virus; gli anticorpi si producono però non prima di 10-14 giorni. La sierologia risulta quindi utile per studi epidemiologici, con l'eccezione di alcune malattie virali in cui è possibile la diagnosi delle infezioni acute basata sulla ricerca delle immunoglobuline di classe IgM, dell'avidità delle IgG o sulla ricerca combinata di anticorpi verso diversi antigeni virali.

Una tecnologia nuova ed importante è costituita dalla diagnostica molecolare che: consente diagnosi rapide (non legate ai tempi di crescita dei batteri nelle colture), è sensibile (capace di rilevare la presenza anche di pochi microrganismi), è specifica (identifica geni microrganismo-specifici). Richiede però strumentazione e reagenti che possono essere costosi, fuori della portata di molti laboratori.

Ruolo nella prevenzione e controllo delle infezioni^[8-12]

Il laboratorio di microbiologia gioca diversi ruoli nel controllo delle IOS: gestione dei focolai, esecuzione di ulteriori test a fini epidemiologici, tipizzazione di batteri e funghi,

sorveglianza delle IOS, segnalazione di microbi inusuali o multiresistenti. In alcuni Paesi, il laboratorio è responsabile della notifica delle infezioni alle autorità di sanità pubblica. Il laboratorio può istruire i clinici e i professionisti addetti al controllo delle infezioni sui microrganismi e sul loro ruolo nelle infezioni, in particolare sulle IOS. È poi fondamentale la comunicazione quotidiana tra gli operatori del laboratorio e il Gruppo operativo del CIO (GO-CIO) per consentire la trasmissione di informazioni puntuali e rapide sugli agenti responsabili di IOS. In teoria, il microbiologo dovrebbe far parte del Comitato per il controllo delle infezioni (CIO) e del GO-CIO.

Indagini su focolai

Può capitare che il Gruppo Operativo chieda ulteriori informazioni nel corso di indagini su situazioni endemiche o epidemiche. Possono rendersi necessarie indagini microbiologiche su: sangue ed emoderivati, superfici ambientali, disinfettanti ed antisettici, aria, acque, mani del personale o anche tamponi nasali, ecc. Durante una epidemia, o anche in situazioni di endemia, il laboratorio di microbiologia può ricercare l'agente in causa utilizzando terreni selettivi, contenendo così i costi. La conoscenza del microrganismo responsabile è essenziale per risalire alla fonte di un focolaio.

Tipizzazione di batteri e funghi

La tipizzazione dei microrganismi definisce se due ceppi, correlati da un punto di vista epidemiologico, siano realmente correlati e nello stesso tempo se siano diversi dai ceppi che non hanno nesso epidemiologico. Se i ceppi non sono tra loro microbiologicamente correlati, i malati non sono coinvolti in uno stesso focolaio. Quando, invece, i ceppi sono correlati, è possibile affermare che i malati sono coinvolti in uno stesso focolaio solo dopo l'indagine epidemiologica. Pertanto, l'epidemiologia e la tipizzazione sono complementari.

I metodi di tipizzazione differiscono per alcuni aspetti importanti:

1. Tipizzabilità: il metodo è in grado di tipizzare la maggior parte o tutti i ceppi di una stessa specie;
2. Potere discriminatorio: il metodo è in grado di differenziare bene tipi differenti;
3. Riproducibilità inter e intra laboratorio: il metodo fornisce gli stessi risultati di tipizzazione ripetendo le indagini in sedi diverse;
4. Il metodo dovrebbe essere semplice, di interpretazione non soggettiva e poco costoso.

I metodi di tipizzazione si distinguono in: fenotipici (fenotipizzazione) e genotipici (genotipizzazione).

Fenotipizzazione

I metodi fenotipici studiano caratteristiche che possono essere presenti in ceppi diversi di una stessa specie batterica. Questi metodi possono analizzare: la struttura antigene (sierotipizzazione), le proprietà fisiologiche o le reazioni metaboliche (biotipizzazione), la sensibilità agli agenti antimicrobici (resistogramma) e alle colicine (colicinetipizzazione), la presenza di batteriofagi (tipizzazione fagica).

I metodi fenotipici sono ben standardizzati e dotati di elevata riproducibilità. La capacità discriminatoria non è sempre elevata (se esistono solo pochi fenotipi), ma può anche essere molto elevata (se i fenotipi sono numerosi). Sono di semplice esecuzione e

d'interpretazione non soggettiva. Il costo contenuto fa sì che questi test possano essere effettuati in tutti i laboratori di microbiologia.

La critica principale alla fenotipizzazione è che i geni batterici non sono sempre espressi. Due ceppi fenotipicamente diversi possono avere lo stesso corredo genetico o, al contrario, due ceppi fenotipicamente identici possono differire geneticamente. Talvolta l'emergere di un fenotipo particolare ed inusuale è sufficientemente per far sospettare un focolaio. Se invece un fenotipo è molto diffuso e frequente, sarà necessaria la tipizzazione genetica per la gestione del focolaio.

Genotipizzazione

Le tecniche molecolari hanno rivoluzionato le potenzialità del laboratorio di microbiologia per l'elevato grado di tipizzabilità e la capacità discriminatoria. La genotipizzazione è in grado di dimostrare in modo definitivo la correlazione o la diversità fra due ceppi di una stessa specie. I metodi di genotipizzazione richiedono però l'uso di strumentazione a elevata tecnologia, di materiali costosi e di personale esperto. Inoltre, alcuni metodi sono poco riproducibile, specialmente se eseguiti in laboratori diversi. Infine, l'interpretazione dei risultati non è sempre semplice né oggettiva.

Ruolo nella sorveglianza delle IOS

Il laboratorio di microbiologia dovrebbe produrre periodici rapporti sui batteri isolati per consentire al GO-CIO di predisporre grafici sull'incidenza di specifici patogeni, reparti e/o gruppi di pazienti. Questi dati possono essere resi rapidamente disponibili se il laboratorio è informatizzato. Può essere definito il "tasso basale di infezione" che costituirà elemento di riferimento e confronto per i successivi isolamenti. I grafici consentiranno al GO-CIO di individuare per tempo la comparsa di un focolaio prima della segnalazione clinica. I rapporti periodici sono importanti anche per documentare le variazioni e le tendenze nell'isolamento di specifici patogeni e possono essere utili per pianificare misure preventive.

Segnalazione di microrganismi di allerta

L'isolamento di un microrganismo nuovo o inusuale, anche senza aspettare prove di tipizzazione, consente al GO-CIO di intraprendere misure idonee a fermarne la diffusione. Il GO-CIO dovrà definire, con l'ausilio del personale di laboratorio, l'elenco dei potenziali microrganismi di allerta (microrganismi sentinella o "alert", multi resistenti o ad elevata patogenicità) quali: *S. aureus* meticillino resistente, *S. aureus* resistenti alla vancomicina, enterococchi vancomicina-resistente, *P. aeruginosa* multiresistente agli antibiotici (MR), *A. baumannii* MR, *M. tuberculosis* MR, *C. difficile*, ecc.). Qualsiasi nuovo isolamento di microrganismi di allerta deve essere segnalato tempestivamente all'unità di degenza e al GO-CIO. La sorveglianza dei microrganismi di allerta rappresenta talvolta tutto quanto può fare una struttura in carenza di personale. In aggiunta, il personale di laboratorio potrebbe segnalare l'isolamento di uno stesso ceppo da almeno due malati diversi in uno stesso lasso di tempo.

Interpretazione dei dati microbiologici

Il microbiologo deve interpretare i risultati microbiologici (risultati della coltura, identificazione, test di sensibilità, sierologia, tipizzazione). Per poter interpretare i dati di uno specifico malato dovrà tener conto della qualità del campione, valutare se il

microrganismo isolato costituisca un patogeno primario o un opportunisto, conoscere la diagnosi clinica e le condizioni immunitarie al momento del prelievo.

L'interpretazione dei risultati delle indagini su materiali prelevati da siti normalmente sterili (quali sangue, liquor cefalorachidiano, prelievi biotici, urine) è relativamente semplice; più difficile per i campioni da siti non sterili (secrezioni respiratorie, essudati da ferita, ecc.). Da valutare anche la risposta del malato alla terapia antibiotica; ciò perché i risultati microbiologici sono effettuati spesso a terapia antibiotica già in corso. Da considerare, infine, il possibile contributo alla diagnosi di altre indagini microbiologiche e radiologiche.

E' possibile interpretare i dati nell'ottica della prevenzione e controllo delle infezioni solo se sono disponibili i risultati di campioni significativi, prelevati dal malato, da contatti o dall'ambiente. Un microbiologo con formazione appropriata sul ruolo della flora colonizzante, sulla patogenesi dell'infezione (periodo d'incubazione, dimensioni dell'inoculo, tipo di veicolo) e sulle caratteristiche di specifici patogeni (habitat naturale, resistenza alla disidratazione, ai disinfettanti ed agli antibiotici) è in grado di interpretare i risultati per il GO-CIO. In particolari situazioni (focolai o situazioni endemiche complicate), accanto ad una buona microbiologia (in particolare per la tipizzazione) può rendersi necessaria la consulenza di un epidemiologo per interpretare i dati microbiologici.

Idealmente, il microbiologo dovrebbe essere un medico specializzato in microbiologia. Se ciò non fosse possibile, si dovrebbe ricorrere ad un professionista con formazione specifica.

Politica degli antibiotici

La valutazione degli spettri di sensibilità agli antibiotici (antibiogramma) dei microrganismi responsabili di IOS è di straordinaria importanza per la cura del singolo paziente. Può essere utile anche per pianificare una politica degli antibiotici e per la stesura del prontuario ospedaliero per questi farmaci. Il laboratorio di microbiologia deve refertare solo gli antibiotici inclusi nel prontuario. Deve anche produrre periodici rapporti sulle resistenze per l'intero ospedale, per singoli reparti o gruppi di reparti, per specifici patogeni e per sito di infezione. Questi rapporti, molto utili per la scelta delle terapie empiriche, devono essere disponibili per tutti i medici che prescrivono una terapia antibiotica.

Prevenzione e controllo delle infezioni in laboratorio

Tutto il personale del laboratorio può essere esposto a virus trasmessi da sangue e altri fluidi corporei (virus dell'immunodeficienza acquisita [HIV], virus dell'epatite B [HBV] e dell'epatite C [HCV]). Deve quindi adottare misure di prevenzione.

Il laboratorio di microbiologia clinica è di solito a livello di biosicurezza 2. Ciò significa che il personale lavora con microrganismi che comportano solo un moderato rischio per il personale e l'ambiente. L'accesso al laboratorio deve essere limitato a chi ci lavora; il personale deve prendere le precauzioni nella manipolazione di campioni biologici e colture microbiologiche (igiene delle mani, disinfezione dell'ambiente, precauzioni specifiche per gli oggetti da taglio, uso di cappe a flusso laminare quando si sia il rischio di aerosol)

Quando ci sia il sospetto di *Mycobacterium tuberculosis* o *Legionella pneumophila* le indagini devono essere effettuate in strutture con livello di biosicurezza 3 (manipolazione di agenti che possono causare, nell'adulto sano, malattie gravi e potenzialmente letali dopo inalazione, per le quali però esistono un vaccino o altre terapie). Laddove sia possibile lavorare solo con livello di biosicurezza 2 occorre assicurare una pressione negativa dei locali e la filtrazione dell'aria in uscita. Il personale deve essere correttamente informato ed assicurare il rispetto delle pratiche raccomandate per il livello di biosicurezza 3.

Diagnosi di laboratorio nelle realtà con scarse risorse

Il principale problema per la diagnosi microbiologica nei Paesi con risorse limitate è rappresentato dalla scarsità di laboratori di microbiologia, solitamente ubicati nelle grandi aree urbane. Quindi, è molto importante poter contare sulla possibilità di eseguire test di microbiologia vicino al malato (point-of-care) che siano sensibili, specifici, rapidi, di facile esecuzione anche per operatori sanitari che non abbiano specifiche competenze di laboratorio, eseguibili senza la necessità di speciali apparecchiature, i cui risultati siano facilmente e sicuramente interpretabili di facile ed oggettiva interpretazione, sostenibili. Molti test di questo tipo sono già in uso (ad esempio per la diagnosi di malaria o la sierologia di HIV), ma ne servirebbero altri.

Particolarmente importanti, nell'ottica della prevenzione e del controllo delle infezioni, sarebbero test per la diagnosi di tubercolosi e dei ceppi multi resistenti così da impedirne la diffusione.

Requisiti Minimi del Laboratorio di Microbiologia per il controllo delle IOS

1. Dovrebbe avere sede nella struttura sanitaria. In caso contrario, si deve stipulare un contratto con un laboratorio nelle immediate vicinanze per l'effettuazione delle indagini microbiologiche.
2. Dovrebbe essere usufruibile ogni giorno, compresi domenica e giorni festivi, possibilmente 24 ore su 24. Il Gram, in particolare, dovrebbe poter essere richiesto nell'arco delle 24 ore
3. Dovrebbe essere in grado di esaminare campioni ematici, liquido cerebrospinale, urine, feci, essudati o tamponi, secrezioni respiratorie, ed eseguire le principali indagini sierologiche (HIV, HBV, HCV).
4. Dovrebbe essere in grado d'identificare a livello di specie i batteri e funghi responsabili di IOS (*Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Salmonella*, *Shigella*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella pneumoniae*, altri enterobatteri, *Streptococcus pyogenes* [Group A streptococchi], *Streptococcus agalactiae* [Group B streptococchi], enterococchi, *Campylobacter jejuni/coli*, *Neisseria meningitidis*, *Candida albicans*, aspergilli, etc.), oltre ad altri microrganismi responsabili di gravi infezioni acquisite in comunità (*Streptococcus pneumoniae*, *Neisseria gonorrhoeae*, *Vibrio cholerae*, *Corynebacterium diphtheriae*).
5. Deve essere in grado di eseguire prove di sensibilità per i principali antibiotici con metodologia di disco – diffusione

6. Deve essere in grado di eseguire le tipizzazioni di base – sierotipizzazione (per salmonelle e shigelle, *P. aeruginosa*, *N. meningitidis*) e biotipizzazione (es., per *S. typhi*).
7. Deve adottare procedure di assicurazione della qualità: controllo di qualità interno e valutazioni esterne della qualità (nazionale o internazionale).
8. Deve avere un microbiologo clinico (possibilmente medico) con capacità comunicative ed un buon rapporto con i clinici ed i componenti del GO-CIO.
9. Deve essere in grado di eseguire direttamente i metodi più semplici di genotipizzazione o assicurarne l'esecuzione presso laboratori di riferimento, regionali o nazionali. Il laboratorio di riferimento può essere di aiuto nelle indagini epidemiologiche per le IOS

Bibliografia

1. K. Brooks, *Ready Reference to microbes*, 2nd edn, Association for Professionals in Infection Control and Epidemiology, Washington, DC, 2007.
2. Diekema DJ, Pfaller MA. Infection Control Epidemiology and Microbiology Laboratory. In *Manual of Clinical Microbiology*, 9th Ed., Murray PR, Editor in Chief, ASM Press, Washington, DC, 2007:118-128.
3. Gastmeier P, Schwab F, Baerwolff S, Rueden H, Grundmann H. Correlation between the genetic diversity of nosocomial pathogens and their survival time in intensive care units. *J Hosp Infect* 2006;62:181-186
4. Kramer A, Schwebke I, Kampf G. How long do nosocomial pathogens persist on inanimate surfaces? A systematic review. *BMC Infect Dis* 2006; 6:130. <http://www.biomedcentral.com/1471-2334/6/130> [Accessed July 19, 2011]
5. Murray PR, Tenenbaum FG. The clinician and the Microbiology Laboratory. In: *Mandell, Douglas and Bennett's Principles and Practice of Infectious Diseases*, 7th Ed., Mandell GL, Bennett JE, Dolin R, editors, Elsevier, Philadelphia, PA, 2010:233-265.
6. Peeling RW, Mabey D. Point-of-care tests for diagnosing infections in the developing world. *CMI* 2010; 16(8):1062-1069.
7. Pereira-Neves A, Benchimol M. *Trichomonas vaginalis*: in vitro survival in swimming pool water samples. *Exp Parasitol*. 2008; 118(3):438-41.
8. Peterson LR, Hamilton JD, Baron EJ, et al. Role of clinical microbiology laboratory in the management and control of infectious diseases and the delivery of health care. *Clin Infect Dis* 2001; 32:605-611.
9. Poutanen SM, Tompkins LS. Molecular Methods in Nosocomial Epidemiology. In: *Prevention and Control of Nosocomial Infections*, 4th Ed., Wenzel RP, Editor, Lippincott, Williams & Wilkins, Philadelphia, 2003: 481-499.
10. *Biosafety in Microbiological and Biomedical Laboratories*, 5th ed. ed. 2009. <http://www.cdc.gov/biosafety/publications/bmbl5/index.htm> [Accessed July 19, 2011]
11. Soll DR, Pujol C, Lockhart SR. Laboratory procedures for the epidemiological analysis of microorganisms. In: *Manual of Clinical Microbiology*, 9th Ed., Murray PR, Editor in Chief, ASM Press, Washington, DC, 2007:129-151.

12. Stratton CW IV, Greene JN. Role of the Microbiology Laboratory in Hospital Epidemiology and Infection Control. In: *Hospital Epidemiology and Infection Control*, 3rd Ed., Mayhall CG, editor, Lippincott, Williams & Wilkins, Philadelphia, PA. 2004:1809-1825.

Altre letture

Monica Cheesbrough. *District Laboratory Practise in Tropical Countries*. Part 2, 2nd edition. Cambridge University Press, 2006.

IFIC – Concetti base nel controllo delle infezioni

Table 7.1. caratteristiche dei principali gruppi di batteri potenzialmente responsabili di IOS

Batteri	Ceppi multi-resistenti (MR)	Habitat	Sopravvivenza nell'ambiente * (superfici asciutte)	Trasmissione nelle IOS	Infezioni nelle Organizzazioni Sanitarie	Campioni per diagnosi di infez./colonizz.	Principali misure di prevenzione
<i>Acinetobacter baumannii</i>	Ceppi MR	Uomo: cute umida, tratto gastro-intestinale	3 gg – 5 mesi	Aria; contatto indiretto** e diretto	IVU, sepsi, meningite, polmonite	Urine, sangue, liquor, sputo, aspirati	Pulizia dell'ambiente e degli strumenti, igiene delle mani
<i>Bordetella pertussis</i>		Uomo: mucosa naso-faringea del malato	3-5 gg	Grosse goccioline (<i>Droplet</i>)	Pertosse	Tampone nasofaringeo	Isolamento del malato
<i>Campylobacter jejuni</i> , <i>C. coli</i>		Uomo, animali: tratto gastro-intestinale	Fino a 6 gg	Fecale-orale, acqua, cibo	Diarrea	Feci	Cibo ed acqua sicuri, igiene mani
<i>Clostridium difficile</i>		Uomo: tratto gastro-intestinale	Alta resistenza (spore – 5 mesi)	Faecal-orale; indirect and direct contact	Infezioni da <i>Clostridium difficile</i> (CDI)	Feci	Pulizia dell'ambiente, igiene delle mani degli operatori sanitari e dei malati; uso prudente degli antibiotici
<i>Clostridium tetani</i>		Ambiente: terra, polvere	Alta resistenza (spore)	Entra nel cordone ombelicale (strumenti contaminati)	Tetano		Sterilizzazione degli strumenti a contatto con il cordone ombelicale
Coagulase negative staphylococci (CNS)	<i>S. epidermidis</i> Meticillino-resistenti	Uomo: cute, mucose	ND	Contatto (diretto, indiretto); endogenous	Varie infezioni nell'ospite immunocompromesso	Diversi campioni, in relazione all'infezione	Igiene mani, pulizia ambiente e dei materiali

Batteri	Ceppi multi-resistenti (MR)	Habitat	Sopravvivenza nell'ambiente * (superfici asciutte)	Trasmissione nelle IOS	Infezioni nelle Organizzazioni Sanitarie	Campioni per diagnosi di infesz./colonizz.	Principali misure di prevenzione
<i>Corynebacterium diphtheriae</i>		Uomo: mucosa naso-faringea (malati, portatori)	7 gg – 6 mesi	Grosse goccioline (<i>droplet</i>), contatto (diretto, indiretto)		Tampone naso-faringeo	Isolamento del malato (vaccinazione)
<i>Enterococcus species</i>	Enterococcus resistente ai glicopeptidi	Uomo: tratto gastro-intestinale e genito-urinario	5 gg – 4 mesi	Contatto diretto e indiretto; endogeno	IVU, sepsi	Urine, sangue	Igiene mani, pulizia ambiente; uso controllato delle cefalosporine
<i>Enterobacter species</i>	Extended spectrum beta lactamase (ESBL), MDR	Ambiente; Uomo: tratto gastro-intestinale	5-49 gg	CVontatti, alimenti	IVU, sepsi, infezioni delle ferite	Urine, sangue, essudato da ferita	Igiene mani, pulizia ambiente e dei materiali
<i>Escherichia coli</i>	Extended spectrum beta lactamasestrains (ESBL)	Uomo: tratto gastro-intestinale e genito-urinario	1.5 hh – 16 mesi	Fecale-orale, contatto diretto e indiretto, cibo, acqua, endogeno	IVU, sepsi, polmonite, peritonite, meningite neonatale	Urine, sangue, sputo, aspirates, liquor, essudato da ferita	Igiene delle mani, alimenti ed acque sicuri, uso prudente degli antibiotici (evitare l'uso delle cefalosporine di 3 ^a generazione)

IFIC – Concetti base nel controllo delle infezioni

Batteri	Ceppi multi-resistenti (MR)	Habitat	Sopravvivenza nell'ambiente * (superfici asciutte)	Trasmissione nelle IOS	Infezioni nelle Organizzazioni Sanitarie	Campioni per diagnosi di infesz./colonizz.	Principali misure di prevenzione
<i>Helicobacter pylori</i>		Mucosa gastrica dell'uomo	Meno di 90 minuti	Endoscopi gastrointestinali contaminati	Gastrite acuta e cronica	Materiale bioptico; urea breath test; feci per ricerca antigene	Corretta disinfezione degli endoscopi
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	Ceppi produttori di ESBL; Ceppi resistenti ai Carbapenemi	Uomo: tratto gastro-intestinale; Ambiente umido	2 hh – più di 30 mesi	Contatto diretto e indiretto, endogeno	IVU, sepsi (unità neonatali), polmonite	Urine, sangue, sputo, aspirati	Igiene mani; uso prudente degli antibiotici (evitare l'uso delle cefalosporine di 3 ^a generazione)
<i>Legionella pneumophila</i>		Acqua (acqua naturale, acqua di rubinetto e docce, torri di raffreddamento, serbatoi di acqua calda, umidificatori, attrezzature per terapia respiratoria)	NA	Aerosols (negli ospedali di solito acqua calda); non trasmissione interumana	Malattia dei legionari	Sputo, sangue (per sierologia), Urine (ricerca antigene)	Isolamento non necessario; trattamento delle acque (iperclorinazione o alte temperature, >55°C)
<i>Listeria monocytogenes</i>		Terra; vegetali; Uomo: tratto intestinale (raramente), canale del parto	1 gg - mesi	Alimenti contaminati; Trasmissione perinatale; attrezzature contaminate	Meningite, Batteriemia	Sangue, liquor	Cibi sicuri, pulizia attrezzature nei nidi

Batteri	Ceppi multi-resistenti (MR)	Habitat	Sopravvivenza nell'ambiente * (superfici asciutte)	Trasmissione nelle IOS	Infezioni nelle Organizzazioni Sanitarie	Campioni per diagnosi di infez./colonizz.	Principali misure di prevenzione
<i>Mycobacterium tuberculosis</i>	ceppi MR, ceppi XDR (estremamente resistenti)	Vie respiratorie del malato	1 gg – 4 mesi	Via aerea, <i>droplet</i>	Tubercolosi	Sputo	Isolamento del malato (vaccinazione)
<i>Neisseria meningitidis</i>		Mucosa nasofaringea dell'uomo	ND	Grosse goccioline (<i>droplet</i>)	Meningite acuta	Liquor	Isolamento del malato, chemioprolifassi dei contatti (Vaccinazione per gruppi A,C, Y, W135)
<i>Proteus species</i>	ESBL	Tratto gastro-intestinale dell'uomo	1-2 gg	Endogena, contatto (diretto e indiretto)	IVU, sepsi	Urine, sangue	Igiene mani, pulizia ambiente e dei materiali
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Ceppi MR	Uomo: tratto gastro-intestinale, cute umida; ambiente umido (acqua, suolo, piante)	6 hh - 16 mesi	Contatto diretto e indiretto (oggetti umidi, mal disinfettati; circuiti respiratori)	Diverse infezioni, più gravi nei ricoverati e immunocompromessi	Diversi campioni in relazione al tipo di infezione	Ambiente pulito e asciutto, disinfezione/sterilizzazione strumenti e apparecchiature, igiene mani, prudente uso degli antibiotici
<i>Salmonella species</i>		Uomo e animali: tratto gastro-intestinale	1 gg	Fecale-orale, acque, cibo	Diarrea, sepsi	Feci, sangue	Cibi e acque sicure, igiene mani

IFIC – Concetti base nel controllo delle infezioni

Batteri	Ceppi multi-resistenti (MR)	Habitat	Sopravvivenza nell'ambiente * (superfici asciutte)	Trasmissione nelle IOS	Infezioni nelle Organizzazioni Sanitarie	Campioni per diagnosi di infez./colonizz.	Principali misure di prevenzione
<i>Salmonella typhi</i>		Tratto gastro-intestinale dell'uomo	6 hh – 1 mese	Fecale-orale, acque, cibo	Febbre tifoide	Feci, sangue	Cibi e acque sicure, igiene mani
<i>Salmonella typhimurium</i>		Uomo e animali: tratto gastro-intestinale	10 mesi – 4.2 anni	Fecale-orale, acque, cibo	Diarrea, sepsi	Feci, sangue	Cibi e acque sicure, igiene mani
<i>Serratia marcescens</i>		Uomo: Tratto gastro-intestinale Ambiente umido	3 gg – 2 mesi; 5 settimane in ambiente secco	Contatto diretto e indiretto; contaminazione di fluidi intravenosi (es. soluzioni con eparina)	Sepsi, infezioni della ferita	Sangue, essudato da ferita	Igiene mani, pulizia ambiente e dei materiali
<i>Shigella species</i>		Uomo: tratto gastro-intestinale	2 gg – 5 flores	Fecale-orale, acque, cibo	Diarrea	Feci	Cibi e acque sicure, igiene mani
<i>Staphylococcus aureus</i>	MRSA (resistenti alla meticillina)	Uomo: cute, mucose	7 gg - 7 flores	Grosse goccioline (<i>droplet</i>), contatto diretto e indiretto; strumenti medici, endogeno	Infezioni cutanee, polmonite, sepsi, osteomielite	Tampone, sputo, sangue, aspirati, biopsia, essudato da ferita	Igiene mani, pulizia dell'ambiente, uso prudente degli antibiotici (ciprofloxacina)
<i>Streptococcus agalactiae</i> (Group B streptococcus)		Uomo: canale del parto	ND	Intraparto; contatto diretto e indiretto in sala parto e nido	Sepsi e meningite del neonato	Sangue, liquor	Profilassi antibiotica al parto, quando indicata; igiene mani

Batteri	Ceppi multi-resistenti (MR)	Habitat	Sopravvivenza nell'ambiente * (superfici asciutte)	Trasmissione nelle IOS	Infezioni nelle Organizzazioni Sanitarie	Campioni per diagnosi di infesz./colonizz.	Principali misure di prevenzione
<i>Streptococcus pyogenes</i> (Group A streptococcus)		Uomo: mucosa orofaringea	3 gg-6.5 mesi	Grosse goccioline (<i>droplet</i>), contatto, endogeno	Pharyngitis ("strep throat"), surgical wound infection	Tampone orofaringeo, essudato da ferita	Maschera chirurgica in sala operatoria
<i>Vibrio cholerae</i>		Uomo: tratto gastro-intestinale; Acque	1 – 7 gg	Fecale-orale, acque, cibo Faecal-oral, water, frutti di mare crudi	Cholera	Feci	Cibi e acqua sicuri
<i>Yersinia enterocolitica</i>		Animali: Nella flora gastrointestinale di molti animali. Diarrea nei giovani animali; Uomo: raramente portatore	ND	Trasfusioni di sangue (in ospedale); fecale-orale in comunità	Bacteremia connected to sangue transfusion; (diarrhoea in the community)	Sangue, feci	Emoderivati sicuri

* La sopravvivenza è favorita per molti microrganismi dall'umidità (con l'eccezione di *Staphylococcus aureus*), dall'essere contenuti in materiali biologici (sangue, feci, secrezione di ferite), dalle basse temperature, dalle alte cariche batteriche

** il contatto indiretto concerne in particolare l'igiene delle mani degli operatori

Abbreviazioni: gg = giorni; hh = ore; IVU = infezione vie urinarie; MR = ceppi multi resistenti; ND = non disponibile; NA = non applicabile

IFIC – Concetti base nel controllo delle infezioni

Tabella 7.2. Caratteristiche dei principali gruppi di virus potenzialmente responsabili di IOS

Virus	Habitat	Sopravvivenza nell'ambiente * (superfici asciutte)	Trasmissione nelle IOS	Infezioni nelle Organizzazioni Sanitarie	Campioni per diagnosi di infezione **	Principali misure di prevenzione
Adenovirus Numerosi tipi	Uomo, acqua, ambiente, fomiti (es. strumenti e soluzioni in oftalmologia)	7 gg – 3 mesi	Contatto diretto e indiretto	Infezioni oculari, infezioni respiratorie	Siero	Gocce oculari individuali
Coronavirus, including severe acute respiratory syndrome (SARS) virus	Uomo	3 hh SARS virus: 72-96 hh	Grosse goccioline (<i>droplet</i>)	Infezioni respiratorie	Siero	Isolamento della fonte, pulizia ambientale, igiene mani
Coxsackie B virus	Uomo	>2 settimane	Fecale-orale; contatto diretto e indiretto	Malattia generalizzata del neonato	Siero	Igiene mani, pulizia ambientale
Cytomegalovirus	Uomo	8 hh	Sangie ed emoderivati, trapianto di organi o tessuti; contatto delle mucose con secrezioni o escrezioni	Vasta gamma di malattie	Siero	Sangue, emoderivati, organi e tessuti per trapianto sicuri
Hepatitis A virus	Uomo	2 hh – 60 gg	Fecale-orale	Epatite A	Siero	Igiene mani, pulizia ambientale, acqua e cibo sicuri
Hepatitis B virus	Uomo	>1 settimana	Sangue, fluidi corporei, trapianto di organi o tessuti	Epatite B	Siero	Sangue, emoderivati, organi e tessuti per trapianto sicuri
Hepatitis C virus	Uomo	NA	Sangue, fluidi corporei, trapianto di organi o tessuti	Epatite C	Siero	Sangue, emoderivati, organi e tessuti per trapianto sicuri
Herpes simplex virus	Uomo	4.5 hh – 8 settimane	Grosse goccioline (<i>droplet</i>), contatto stretto	Infezioni della cute e delle mucose	Siero	No contatti del personale infetto con persone suscettibili (neonati, immunocompromessi)

Virus	Habitat	Sopravvivenza nell'ambiente * (superfici asciutte)	Trasmissione nelle IOS	Infezioni nelle Organizzazioni Sanitarie	Campioni per diagnosi di infezione **	Principali misure di prevenzione
Human immunodeficiency virus	Uomo	>7 gg	Sangue, fluidi corporei, trapianto di organi o tessuti	Sindroe da immunodeficienza acquisita	Siero	Sangue, emodrivati, organi e tessuti per trapianto sicuri
Influenza virus	Uomo	1-2 gg	Grosse goccioline (droplets), contatto diretto e indiretto, operatori sanitari sintomatici o no	Influenza	Essudato naso-faringeo Siero	Isolamento della fonte; vaccinazione del personale sanitario
Norovirus	Uomo	8 hh – 7 gg	Fecale-orale, contatto diretto e indiretto, aerosols da vomito	Diarrea	Feci	Igiene mani, pulizia ambientale, cibo sicuro
Respiratory syncytial virus	Uomo	Fino a 6 hh	Grosse goccioline (droplet), contatto diretto e indiretto	Infezioni respiratorie acute nel bambino	Essudato naso-faringeo	Isolamento della fonte, pulizia ambientale, igiene mani
Rotavirus		6-60 gg	Fecale-orale, contatto diretto e indiretto	Diarrea	Feci	Igiene mani, pulizia ambientale
Rubula virus (mumps)	Uomo	ND	Grosse goccioline (droplet)	Paritite	Siero	Isolamento della fonte, vaccinazione
Rubivirus (rubella)	Uomo	ND	Grosse goccioline (droplet)	Rosolia	Siero	Isolamento della fonte, vaccinazione
Morbillivirus (measles)	Uomo	ND	Grosse goccioline (droplet)	Morbillo	Siero	Isolamento della fonte, vaccinazione
Varicella-zoster virus	Uomo	ND	Grosse goccioline (droplet), contatto stretto	Varicella	Siero	Isolamento della fonte, vaccinazione

* La sopravvivenza è favorita dalle basse temperature, dalla presenza di materiale biologico e dalla presenza di un alto numero di virus

** La diagnosi si effettua spesso con indagini sierologiche. La diagnosi diretta, quando possibile, si basa invece sulla ricerca degli antigeni o di materiale genetico in un campione prelevato nella sede di infezione.

*** Fomiti: sostanza o oggetto inanimato in sé non patogeno che, contenendo e potendo trasmettere non attivamente patogeni, sia causa di infezioni

Abbreviazioni: NA = non applicabile; ND = non disponibile

IFIC – Concetti base nel controllo delle infezioni

Tabella 7.3. Caratteristiche dei principali gruppi di funghi potenzialmente responsabili di IOS

Funghi	Habitat	Sopravvivenza nell'ambiente * (superfici asciutte)	Trasmissione nelle IOS	Infezioni nelle Organizzazioni Sanitarie	Campioni per la diagnosi di infezione /colonizzazione	Principali misure di prevenzione
<i>Candida albicans</i> (lievito)	Terreno, animali, uomo, oggetti inanimati	1-120 gg	Contatto diretto e indiretto; endogena	Diverse infezioni opportunistiche	Campioni diversi, in relazione al tipo di infezione	Igiene mani, pulizia delle attrezzature
<i>Candida glabrata</i> (lievito)	Terreno, animali, uomo, oggetti inanimati	120-150 gg	Contatto diretto e indiretto; endogena	Diverse infezioni opportunistiche	Campioni diversi, in relazione al tipo di infezione	Igiene mani, pulizia delle attrezzature
<i>Candida parapsilosis</i> (lievito)	Terreno, animali, uomo, oggetti inanimati	14 gg	Contatto diretto e indiretto; endogena	Diverse infezioni opportunistiche	Campioni diversi, in relazione al tipo di infezione	Igiene mani, pulizia delle attrezzature
<i>Aspergillus species</i> (muffa)	Ubiquitario nel terreno, acque, cibi, materiale in decomposizione, aria confinata o all'aperto	Sono forme resistenti i conidi e le spore	Inalazione (contatto)	Polmonite, infezioni disseminate nel malato gravemente immunocompromesso	Sputo; campioni diversi, in relazione al tipo di infezione	Isolamento inverso / protezione dei malati suscettibili
Mucor (muffa)	Terreno, piante, frutti, escrementi animali, cibo	Sono forme resistenti i conidi e le spore	Inalazione	Diverse infezioni opportunistiche negli immunocompromessi (zygomycosi)	Campioni diversi, in relazione al tipo di infezione	Isolamento inverso / protezione dei malati suscettibili
Rhizopus (muffa)	Terreno, piante, frutti, escrementi animali, cibo	Sono forme resistenti i conidi e le spore	Inalazione	Diverse infezioni opportunistiche negli immunocompromessi (zygomycosi)	Campioni diversi, in relazione al tipo di infezione	Isolamento inverso / protezione dei malati suscettibili; cibi e bibite sicuri

* sopravvive meglio a bassa temperatura, alta umidità, in presenza di siero o albumina

Tabella 7.4. Caratteristiche dei principali gruppi di parassiti potenzialmente responsabili di IOS

Parassita	Habitat	Sopravvivenza nell'ambiente	Trasmissione nelle IOS	Infezioni nelle Organizzazioni Sanitarie	Campioni per la diagnosi di infezione	Principali misure di prevenzione
<i>Cryptosporidium</i> (protozoo)		2 ore su superfici asciute				
<i>Plasmodium species</i> (protozoo)	fegato, globuli rossi della persona colpita	NA	Puntura di zanzara in comunità; sangue infetto	Malaria	Sangue	Sangue ed emoderivati sicuri
<i>Trichomonas vaginalis</i> (protozoo)	Mucosa vaginale	Molte ore nell'ambiente umido	Sessualmente trasmessa in comunità; da attrezzature contaminate in ginecologia	Infezione vaginale	Secrezioni vaginali	Attrezzature mediche disinfettate / sterilizzate in ginecologia
<i>Enterobius vermicularis</i> (elminto)	Tratto intestinale della persona colpita	Uova: almeno un anno	Fecale-orale, ingestione di uova del parassita che possono contaminare l'ambiente	Ossiuriasi	Scotch perianale	Pulizia dell'ambiente (cambio della biancheria senza creare aerosol), igiene delle mani

Abbreviazioni: NA = non applicabile