

Gran parte delle tecniche di laboratorio possono inavvertitamente generare schizzi ed aerosol; le cappe o cabine di sicurezza biologica (CBS) sono attrezzature che, scelte ed impiegate dagli operatori in modo corretto, agiscono come barriere, eliminando o riducendo il rischio di infezioni via aria impedendo la diffusione degli aerosol e degli schizzi verso l'operatore e l'ambiente esterno; possono anche garantire la sicurezza del campione prevenendo contaminazioni esterne e crociate. **Le cappe di sicurezza biologica sono inefficaci per i rischi di natura chimica** per i quali deve essere predisposta la canalizzazione all'esterno o possono essere installati opportuni filtri (ad es. filtri a carbone attivo).

**E' necessario distinguere le cappe a flusso laminare dalle cappe di sicurezza biologica che si utilizzano in caso di materiale biologico patogeno.**

## CAPPE A FLUSSO LAMINARE

**Flusso laminare:** flusso unidirezionale formato da filetti di aria sterile, filtrata attraverso filtri HEPA, paralleli tra loro ed aventi tutti la stessa velocità, generalmente di 0,5 m/sec. I filetti di aria sterile trascinano lontano dall'area di lavoro i contaminanti ed evitano la formazioni di vortici. **Filtri HEPA (High Efficiency Particulate Air):** prevengono la contaminazione particellare, sono costituiti da fogli di microfibre di vetro ripiegati più volte per aumentare la superficie filtrante; l'efficienza è la capacità di trattenere particelle di 0,3 microm di diametro e deve essere compresa tra 99,97% e 99,99%.

*Le cappe a flusso laminare garantiscono principalmente la protezione del campione da contaminazioni non la protezione dell'operatore e dell'ambiente*

Tabella riepilogativa delle caratteristiche delle cappe a flusso laminare

TIPO DI CAPP	CARATTERISTICHE GENERALI	PROTEZIONE	IMPIEGHI
FLUSSO LAMINARE ORIZZONTALE	Area frontale aperta; l'aria filtrata attraverso il filtro HEPA posto dietro la parete di fondo si muove <i>orizzontalmente</i> parallela al piano di lavoro verso l'apertura frontale cioè verso l'operatore	campione	preparazioni sterili, es. terreni per microbiologia
FLUSSO LAMINARE VERTICALE	Area frontale aperta; l'aria filtrata attraverso il filtro HEPA si muove <i>verticalmente</i> dall'alto verso il basso cioè verso il piano di lavoro dove viene in parte espulsa e in parte ricircolata, il flusso laminare verticale produce una aspirazione di aria esterna che crea una barriera di protezione per l'operatore ed impedisce la contaminazione del campione	operatore campione	materiale non patogeno, colture cellulari

## CAPPE DI SICUREZZA BIOLOGICA (CBS)

Si utilizzano le cappe di sicurezza biologica (CBS) che garantiscono la protezione dell'operatore e dell'ambiente quando il campione è rappresentato da materiale biologico patogeno o potenzialmente tale. In base alle caratteristiche tecniche, definite, in assenza di normativa italiana, da normative internazionali NSF 49 (USA), DIN 12950 (Germania), BS 5726 (Gran Bretagna), sono suddivise in tre classi: I, II, III in

grado di garantire livelli diversi di sicurezza. La scelta corretta della cappa sarà in funzione del livello di biosicurezza richiesto, dipendente a sua volta dalle *caratteristiche del campione da trattare* (classificazione dell'agente biologico ex D. Lgs. [91/93](#) e [626/94](#), patogenicità, vie di trasmissione, quantità di materiale da manipolare, ecc. vedere classificazione [allegato XI D. Lgs. 626/94](#))

**Cappe biologiche di classe I:** sono provviste di apertura frontale, la protezione dell'operatore è possibile grazie al flusso di aria diretto dall'esterno all'interno della cappa attraverso l'apertura frontale, la protezione dell'ambiente avviene per la presenza di un filtro HEPA nel sistema di scarico. Non proteggono il campione da contaminazioni. Sono adatte per impieghi con agenti biologici a basso medio rischio. **Cappe biologiche di classe II:** sono provviste di apertura frontale che permette l'ingresso di aria, sono caratterizzate da un flusso laminare verticale sul piano di lavoro, l'aria in ingresso ed in uscita è filtrata su filtro HEPA. Quando la cappa viene accesa, l'aria dell'ambiente viene aspirata dalla griglia posta alla base dell'apertura frontale, passa sotto il piano di lavoro e dopo il passaggio attraverso filtro HEPA è immessa dall'alto nella camera di lavoro. Il flusso laminare è comune a tutte le cappe di classe II mentre in relazione alla percentuale di aria riciclata ed alla velocità dell'aria le cappe di classe II sono suddivise in diversi tipi: A - il 70% di aria contenuta nella cappa viene ricircolata; il 30 % viene espulsa B1 - il 30% dell'aria viene ricircolata; il 70% viene espulsa B2 - non prevedono il ricircolo dell'aria, essa è continuamente espulsa dall'area di lavoro attraverso filtro HEPA.

Le cappe biologiche di classe II sono quelle maggiormente impiegate in laboratori di ricerca e microbiologici, sono anche definite cappe di sicurezza microbiologica (MSC).

**Cappe biologiche di classe III:** sono caratterizzate da una chiusura totale ermetica, funzionano a pressione negativa; le manipolazioni all'interno della camera sono consentite da due o più guanti di gomma incorporati nella struttura della cappa da cui la denominazione "glove box". I campioni, in contenitori chiusi, sono introdotti tramite un sistema di doppi sportelli. Hanno un filtro HEPA sull'aria in ingresso ed un doppio filtro HEPA sull'aria in uscita. Permettono una protezione totale dell'operatore e dell'ambiente sono perciò indicate in manipolazioni ad alto rischio biologico e sono utilizzate anche caso di manipolazioni con agenti cancerogeni, genotossici, antiblastici.

**Le cappe di sicurezza biologica non proteggono le mani dell'operatore in caso di versamenti, punture, tagli o cattiva tecnica di lavoro.**

CLASSE	aria in ricircolo	CARATTERISTICHE	IMPIEGHI	PROTEZIONE		
	%			operatore	ambiente	campione
<b>I</b>		apertura frontale, il contenimento è dato dall'aria esterna richiamata dall'apertura frontale, filtro HEPA sull'aria in uscita	basso rischio; microrganismi di gruppo 1-2	buona	ottima	scarsa
<b>II A</b>	70	apertura frontale che permette l'ingresso dell'aria, <u>flusso laminare verticale</u> nell'area di lavoro	medio rischio microrganismi di gruppo 2-3	buona	ottima	ottima
<b>II B1</b>	30	filtro HEPA sull'aria in ingresso ed in uscita se oltre al campione biologico				

		sono presenti sostanze mutagene, cancerogene, radioattive l'aria espulsa deve essere convogliata all'esterno				
<b>II B2</b>	0					
<b>III</b>		chiusura ermetica, funzionano in pressione negativa, accesso consentito da guanti; filtro HEPA sull'aria in ingresso, doppio filtro HEPA sull'aria in uscita	alto rischio; microrganismi di gruppo 4	ottima	ottima	buona

### **Principali caratteristiche tecniche delle cappe di sicurezza biologica a flusso laminare.**

La struttura, le dimensioni e gli allacciamenti (elettrici, illuminazione, gas, vuoto) delle cappe di sicurezza biologica sono simili alle cappe di chimica. I materiali in cui sono realizzate possono essere diversi (laminato plastico, acciaio verniciato con vernici epossidiche, acciaio inox) in relazione all'utilizzo previsto. Essi devono comunque, specialmente nella camera e per il piano di lavoro, possedere requisiti di resistenza agli agenti chimici e permettere una facile pulizia, disinfezione e sterilizzazione. I vetri frontali e laterali sono di sicurezza ed insensibili ai raggi UV. Il vetro frontale può essere fisso, l'apertura è di circa 20-30 cm. di altezza, o a scorrimento per consentire l'introduzione di apparecchi voluminosi, in questo caso deve essere fissata un'altezza dell'apertura frontale che non alteri la barriera d'aria a protezione dell'operatore tale altezza deve assolutamente essere mantenuta dall'operatore durante il lavoro. Nel caso di frontale fisso la chiusura completa è consentita da un pannello di chiusura in metallo acciaio inox o verniciato con resine epossidiche. Per la sterilizzazione della camera di lavoro durante la notte può essere installata una lampada germicida a raggi UV, che, per evitare di danneggiare l'operatore, in certe cappe può funzionare solo se il pannello frontale di chiusura è inserito o il vetro frontale è abbassato. Il motoventilatore è fondamentale per garantire il complesso sistema di ventilazione.

### **CORRETTO USO DELLE CAPPE DI SICUREZZA BIOLOGICA**

Quando si manipolano campioni biologici infetti o potenzialmente tali:

- Accertarsi che la cappa di sicurezza sia idonea al campione da trattare, alle operazioni da effettuare e sia perfettamente funzionante
- Spegnerne sempre la lampada a raggi UV in presenza dell'operatore; anche se quest'ultimo è presente nella stanza in cui è situata la cappa
- Posizionare il vetro frontale, se del tipo a scorrimento, all'altezza fissata per la maggior protezione dell'operatore;
- Accendere il motoventilatore e lasciarlo in funzione almeno 10' prima di iniziare a lavorare per stabilizzare il flusso laminare sterile.
- Ridurre al minimo indispensabile il materiale sul piano di lavoro; ciò può diminuire notevolmente il passaggio di aria sotto il piano stesso.
- Eseguire tutte le operazioni nel mezzo o verso il fondo del piano di lavoro.
- Evitare di introdurre nuovo materiale sotto cappa dopo aver iniziato il lavoro; evitare movimenti bruschi degli avambracci all'interno della cappa; evitare l'utilizzo dei beocchi Bunsen. Sono tutte possibili cause di alterazione del flusso laminare, il calore inoltre può danneggiare il filtro HEPA.
- Rimuovere immediatamente rovesciamenti o fuoriuscite di materiale biologico.
- Tutto il materiale potenzialmente infetto o contaminato deve essere estratto dalla cappa in contenitori chiusi ed a tenuta, perfettamente puliti all'esterno ed etichettati con il segnale di rischio biologico; le apparecchiature prima di essere rimosse dalla cappa devono essere disinfettate.
- Lasciare la cappa in funzione per circa 10' dopo la fine del lavoro per "pulire" da una eventuale

contaminazione aerodispersa.

- Effettuare la pulizia e disinfezione della cappa ogni volta che si termina il lavoro togliendo eventualmente anche il piano forellinato. Utilizzare un disinfettante di provata efficacia nei confronti dei microrganismi eventualmente presenti.
- Chiudere il vetro frontale, eventualmente accendere la lampada a raggi UV.

## VERIFICHE DI BUON FUNZIONAMENTO

Le cappe di sicurezza biologica devono essere certificate al momento della installazione, periodicamente (ogni anno, al cambio dei filtri) e ogni volta che sono reinstallate.

**Per le cappe di classe I e II al fine dell'efficienza è importante la loro collocazione nel laboratorio in posizione priva di correnti d'aria e lontana dalle aree di transito del personale.** L'efficienza di una cappa di sicurezza biologica è legata al flusso d'aria, velocità e direzione, ed alla integrità dei filtri HEPA. Generalmente sul frontale della cappa oltre al pannello di comando sono presenti contatore ed alcune cappe possono essere dotate di indicatori visivi e/o sonori di non adeguata protezione dell'operatore. La velocità e direzione del flusso possono essere determinate con anemometri e generatori di fumo. L'efficienza dei filtri HEPA è in relazione al tempo, in ore, di utilizzo della cappa sarebbe bene verificare l'intasamento e l'integrità dei filtri almeno due volte all'anno; i filtri intasati o deteriorati saranno sostituiti cercando di ridurre al minimo il rischio di contaminazione per l'operatore. I filtri sostituiti dovranno essere eliminati come rifiuto speciale ospedaliero.

Periodicamente dovranno essere effettuate, adottando le dovute precauzione per evitare la contaminazione dell'operatore, una pulizia e disinfezione approfondite.

A cura di [T. Chiara](#)

## INDICAZIONI BIBLIOGRAFICHE:

- World Health Organisation: Laboratory: Laboratory Biosafety Manual -WHO 1993
  - W. Charney-J Schirmer: Essential of Modern Hospital Safety - Lewis Publishers 1991
  - S. Guenzi: Cappe biologiche a flusso laminare Laboratorio 2000 - Morgan edizioni 1997
  - G. Bressa: Il rischio biologico - Masson 1997
-