

# Igiene

Elisa Nerli

16 settembre 2015

# Indice

<b>1</b>	<b>Introduzione all'Igiene</b>	<b>6</b>
<b>2</b>	<b>La salute</b>	<b>6</b>
2.1	Indicatori in ambito demografico ed epidemiologico . . . . .	8
2.2	Curva di Lexis . . . . .	9
2.2.1	Mortalità fetale . . . . .	10
2.2.2	Mortalità infantile . . . . .	10
2.2.3	Quali sono le principali cause di morte? . . . . .	11
2.2.4	Cause favorenti mortalità perinatale . . . . .	12
2.3	Prevenzione . . . . .	12
2.4	Malattie . . . . .	13
2.4.1	Come misuro i casi di malattia in una popolazione? . .	13
<b>3</b>	<b>Tipi di studi di metodologie epidemiologiche</b>	<b>14</b>
3.1	Segnalazione di casistica . . . . .	14
3.2	Studi sperimentali . . . . .	15
3.3	Studi osservazionali . . . . .	15
3.3.1	Definizione delle aree di rischio . . . . .	16
3.3.2	Studio trasversale . . . . .	16
3.4	Modelli studio di epidemiologia costruttiva . . . . .	17
3.4.1	Caso/controllo . . . . .	17
3.4.2	Coorte . . . . .	17
3.4.3	Sperimentale . . . . .	18
<b>4</b>	<b>Malattie infettive</b>	<b>18</b>
4.1	Classificazione epidemiologica delle malattie infettive . . . . .	18
4.1.1	Virus dell'influenza . . . . .	19
4.2	Distribuzione geografica . . . . .	19
4.3	Agente biologico . . . . .	19
4.4	Aspetti più importanti dell'epidemiologia generale delle ma- lattie trasmissibili . . . . .	20
4.5	Portatore . . . . .	21
4.6	Modalità di contagio e trasmissione . . . . .	22
4.6.1	Acqua come veicolo . . . . .	22
4.6.2	Alimenti come veicolo . . . . .	23
4.7	Condizioni predisponenti . . . . .	24
4.7.1	La risposta immunitaria . . . . .	25

<b>5</b>	<b>Prevenzione</b>	<b>26</b>
5.1	Prevenzione primaria . . . . .	26
5.2	Prevenzione secondaria . . . . .	27
5.3	Prevenzione terziaria . . . . .	27
5.4	Promozione della salute . . . . .	27
<b>6</b>	<b>Profilassi delle malattie infettive</b>	<b>27</b>
6.1	Sorgente d'infezione . . . . .	27
6.2	Ambiente . . . . .	28
6.2.1	Sterilizzazione . . . . .	28
6.2.2	Disinfezione . . . . .	29
6.3	Sano recettivo . . . . .	29
6.4	Disinfezione . . . . .	30
6.4.1	Disinfezione naturale . . . . .	30
6.4.2	Disinfezione chimica . . . . .	31
6.4.3	Principali gruppi disinfettanti . . . . .	32
6.4.4	Requisiti fondamentali e complementari per un disin- fettante . . . . .	33
<b>7</b>	<b>Vaccinazione</b>	<b>33</b>
7.1	Storia della vaccinazione . . . . .	34
7.2	Tipi di antigene . . . . .	34
7.3	Somministrazione . . . . .	35
7.3.1	Età . . . . .	36
7.4	Immunoprofilassi passiva . . . . .	37
<b>8</b>	<b>Malattie cronico-degenerative</b>	<b>37</b>
8.1	Fattori di rischio delle cardiopatie ischemiche . . . . .	38
8.1.1	Fattori di rischio dei tumori . . . . .	38
8.1.2	Infezioni che stanno alla base dell'insorgenza dei tumori	38
8.2	Prevenzione primaria . . . . .	39
8.3	Prevenzione secondaria . . . . .	39
<b>9</b>	<b>L'ambiente</b>	<b>39</b>
<b>10</b>	<b>Inquinamento dell'acqua</b>	<b>41</b>
10.1	Prerequisiti di potabilità . . . . .	41
10.1.1	Parametri . . . . .	42
10.2	Contaminazione da batteri enterici . . . . .	43
10.2.1	Coliformi . . . . .	43
10.2.2	Streptococchi fecali o enterococchi . . . . .	43

10.2.3	Clostridi solfito-riduttori . . . . .	44
10.2.4	Carica batterica totale . . . . .	44
10.2.5	Salmonelle . . . . .	44
10.2.6	Pseudomonas Aeruginosa . . . . .	44
10.2.7	Staphylococcus aureus . . . . .	45
10.3	D.Lgs 2 febbraio 2001 n.31 . . . . .	45
10.3.1	Parametri e valori di parametro. Allegato I D.Lgs. 31/01	45
10.4	I trattamenti . . . . .	46
10.4.1	Come possiamo potabilizzare un'acqua? . . . . .	46
10.4.2	Trattamento dell'acqua di mare . . . . .	47
10.4.3	Clorazione . . . . .	48
10.4.4	Altri metodi di disinfezione . . . . .	48
10.5	Acque superficiali utilizzate a scopo potabile . . . . .	49
10.6	Acque utilizzate a scopo di balneazione . . . . .	50
10.6.1	I reflui . . . . .	50
10.6.2	Impianto a fanghi attivi . . . . .	51
<b>11</b>	<b>Inquinamento dell'aria</b>	<b>53</b>
11.1	Tipi di inquinamento . . . . .	53
11.2	Fonti dell'inquinamento atmosferico urbano . . . . .	54
11.2.1	Monossido di carbonio $CO$ . . . . .	54
11.2.2	Biossido di zolfo $SO_2$ . . . . .	54
11.2.3	Biossido di azoto $NO_2$ . . . . .	55
11.2.4	Ozono $O_3$ . . . . .	55
11.2.5	Polveri sottili . . . . .	55
11.2.6	Benzene . . . . .	55
11.2.7	Diossine e furani . . . . .	56
11.3	Normativa italiana . . . . .	56
11.3.1	Interventi previsti . . . . .	56
11.4	Inquinamento indoor . . . . .	57
<b>12</b>	<b>Igiene del lavoro</b>	<b>57</b>
<b>13</b>	<b>Inquinamento del suolo</b>	<b>58</b>
13.1	Accumulo dei rifiuti solidi . . . . .	59
13.2	Smaltimento . . . . .	59
<b>14</b>	<b>Alimenti</b>	<b>60</b>
14.1	Pericoli chimici . . . . .	60
14.2	Pericoli microbiologici . . . . .	61
14.3	Contaminazione . . . . .	61

14.4 Filiera alimentare . . . . .	61
14.4.1 HACCP . . . . .	62
<b>15 Igiene applicata</b>	<b>62</b>

# 1 Introduzione all'Igiene

**Igiene** : Disciplina, non scienza, una raccolta di conoscenze che provengono da scienze molto diverse, e che ha come scopo principale la conservazione, la tutela e la promozione della salute dell'uomo. Il nome deriva da Igea, una delle due figlie di Esculapio, dio della medicina.

**Salute** : l'OMS (organizzazione mondiale della sanità) la definisce come *un completo benessere fisico, mentale e sociale e non soltanto un'assenza di malattia*.

**Perchè ad un biologo serve conoscere l'igiene?** Il biologo interviene molto nell'ambito della salute: diagnostica, ambiente, la propria sicurezza in lab.

## 2 La salute

Come si misura la salute?

La salute è un qualcosa di continuo con la malattia: parte da un minimo e va verso un massimo ed è speculare alla malattia. Il continuum salute-malattia può essere rappresentato da valori con fattori + e -. Misurando questi fattori, possiamo misurare la salute.

Ci sono vari fattori in vari contesti che contribuiscono alla salute della persona:

- Contesto ambientale naturale → fattori biologici, fisici, chimici
- Contesto ambientale prodotto → fattori culturali, sociali, lavorativi ecc.
- Contesto ambientale individuale → fattori genetici, costituzionali, comportamentali (fumo)

I principali determinanti della salute vanno da fattori personali a fattori più sociali come le condizioni di vita e lavoro, l'educazione ecc.

**Cosa non è salute?**

- malattie
- condizioni premorbose

- stati di rischio/predisposizione
- handicap
- deficienze
- disadattamenti
- incapacità o disabilità
- dolori e fastidi.

La salute si misura con *indicatori*, misure sintetiche che sostituiscono le misure specifiche. Ci sono 4 categorie di indicatori di salute della popolazione:

1. Diretti: si misurano direttamente sulla popolazione
2. Indiretti: si misurano altri parametri
3. Positivi: misurano fenomeni positivi per la salute.
  - Positivi diretti: quelli *demografici*, come natalità, fecondità, speranza di vita, e quelli *bio-fisiologici* e *socio-sanitari*
  - Positivi indiretti: i fattori *socio-economici* come la disponibilità di beni essenziali, l'occupazione/disoccupazione e il livello di scolarizzazione
4. Negativi: misurano fenomeni negativi per la salute:
  - Negativi diretti: i fattori *sanitari* come la morbosità, la mortalità, la curva di Lexis
  - Negativi indiretti: i fattori *socio sanitari* come il degrado e la contaminazione ambientale

**Età della popolazione** L'età della popolazione è importante: es. popolazione infantile. Una popolazione più anziana ha bisogno di diversi servizi rispetto ad una popolazione più giovane; si valutano anche gli indici di vecchiaia, di dipendenza economica (quota di popolazione che lavora per mantenere gli altri).

Vediamo le *piramidi di distribuzione*:

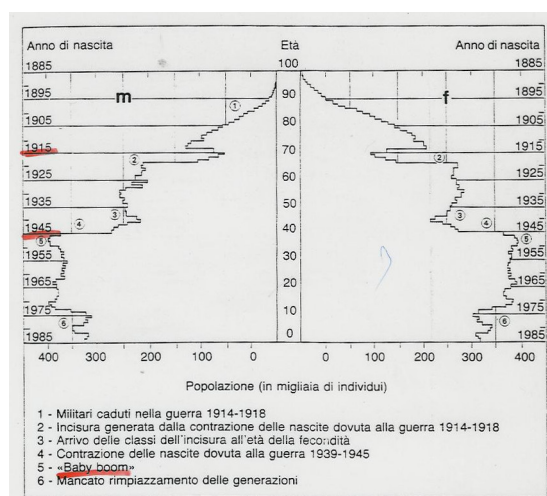


Figura 1: Piramide delle età

È un doppio istogramma ribaltato: a sinistra i maschi, a destra le femmine. La piramide ha il vertice dove ci sono le persone più anziane, alla base ci sono i bambini: questa è *un'istantanea della popolazione* in un dato momento.

## 2.1 Indicatori in ambito demografico ed epidemiologico

**Tasso di natalità** Indica il numero dei bambini nati ogni anno per ogni 1000 abitanti in una zona geograficamente definita. Si calcola così:

$$\text{Tasso di natalità} = \frac{\text{nati in un anno}}{\text{abitanti in quell'anno}} 1000 \quad (1)$$

**Tasso di fecondità** Rapporto tra i nati vivi in un certo periodo in una zona geograficamente definita e la popolazione femminile in età fertile. Esprime il numero medio di figli per ogni donna in età tra 15 e 49 anni. Generalmente riferito a 1000 donne per anno.

In Italia è dell'1,3 %.

**Tasso di riproduzione lordo** Esprime il numero medio di femmine che una donna partorirebbe negli anni di potenziale maternità data la fecondità corrente delle donne ad ogni età.

**Tasso di riproduzione netto** Fornisce indicazioni sul numero di femmine che, nate dalla donna media, sopravviverebbero all'età feconda se fossero soggette all'andamento di mortalità corrente.



**Tasso grezzo di mortalità** Rapporto tra i morti in una zona definita in un dato periodo e la stima della popolazione della zona. Riferito a 100 persone per anno.

**Speranza di vita** Definita come la media di anni che rimangono da vivere per soggetti di una determinata fascia di età. Si usano delle tabelle di mortalità.

$$\text{Speranza di vita} = \sum \frac{\text{anni di sopravvivenza di una generazione}}{\text{numero di soggetti di una generazione}} \quad (2)$$

Si prendono 100.000 persone:

Primo anno di vita  $\rightarrow$  muoiono 7 bambini su 1000. Ogni anno ne muoiono, ma con un tasso diverso.

Se considero tutti gli anni vissuti, devo sommare tutte le durate di vita e in quanti hanno vissuto. Se divido per 100.000, ottengo la *speranza di vita alla nascita*.

**Età media** Media delle età degli abitanti di una popolazione.

$$\text{Età media} = \sum \frac{\text{età degli abitanti}}{\text{numero di abitanti}} \quad (3)$$

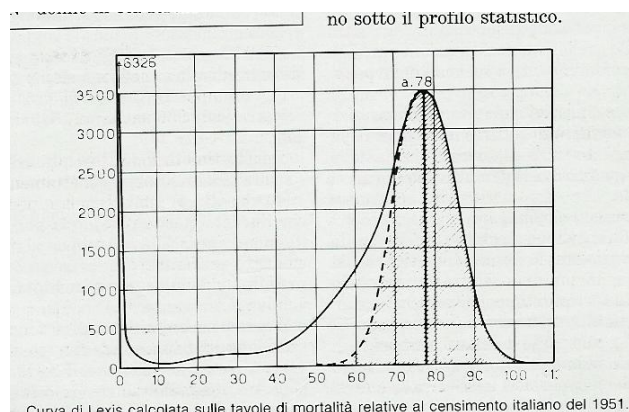
**Età media di morte** Media delle età in cui si verificano i decessi di una popolazione.

$$\text{Età media di morte} = \sum \frac{\text{età di morte}}{\text{numero di morti}} \quad (4)$$

## 2.2 Curva di Lexis

Calcolata sulle tavole di mortalità. La curva ha due mode:

1. una alla nascita (0 anni)
2. una intorno ai 78 anni



**Figura 2:** Curva di Lexis

La curva ha il picco alla nascita, poi scende fino al minimo a 10 anni, poi riprende a salire in maniera irregolare fino a 78 anni, poi riscende in maniera molto regolare (dopo una certa età, ci sono meno morti perchè ci sono meno persone). Il numero max di morti lo abbiamo a 78 anni.

La seconda parte della curva è quasi una *gaussiana* → ipotesi: le morti si dispongono come una gaussiana.

Ribaltiamo quindi sulla prima parte la seconda parte, per completare la gaussiana (tratteggiata). La parte di curva al di fuori della linea tratteggiata rappresentano le morti evitabili, precoci.

Lo *scopo dell'igiene* e della prevenzione è che tutte le morti vadano dentro la gaussiana, e che l'età media di morte aumenti, ovvero che la moda (ai 78 anni) si sposti in avanti.

### 2.2.1 Mortalità fetale

Il periodo che va dal concepimento alla fine del primo anno di vita è *critico*, un importante indicatore dello stato di salute della popolazione. La mortalità fetale abbraccia l'arco temporale che va dal concepimento alla nascita. Vi sono più forme di mortalità fetale:

- Precoce: dal concepimento alle 20 settimane di gestazione
- Intermedia: dalle 20 alle 28 settimane di gestazione
- Tardiva: dalle 28 settimane di gestazione fino al parto

### 2.2.2 Mortalità infantile

Abbraccia il periodo dalla nascita al primo anno di vita, e si divide in:

- Neonatale: le prime 3 settimane di vita
- Postneonatale: da 28 giorni di vita ad un anno

Altre forme di mortalità sono le seguenti:

**Mortalità feto-infantile** Dalle 28 settimane di gestazione all'anno di vita. Dopo le 28 settimane, si parla di *nato morto*, quando il feto che nasce non manifesta atto vitale dopo il distacco dal corpo materno (atto respiratorio o movimento volontario).

**Mortalità perinatale** Le cause sono comuni. Il periodo va dalle 28 settimane di gestazione alla prima dopo il parto, e infatti riconosciamo un'omogeneità di cause di morte durante questo periodo.

### 2.2.3 Quali sono le principali cause di morte?

Alcuni microrganismi, in particolare *virus*, possono infettare il feto e portare ad aborto/nato morto/mutazioni, così come malattie della madre, fattori chimici, radiazioni, anomalie genetiche, aberrazioni cromosomiche. Per tutti i fattori esterni che possono colpire la madre, si parla di *agenti teratogeni*: sono agenti che producono danni al feto, e possono avere varia natura. L'influenza di un fattore teratogeno dipende anche dall'epoca gestazionale:

- durante l'embriogenesi, è più facile che causino l'aborto
- durante l'organogenesi, questi fattori possono colpire solo un tipo di cellula, un organo. Più facile che si formino *malformazioni* (qualora incompatibili con la vita, portano a morte)

Sulla *mortalità prenatale*, o perinatale, possiamo individuare le cause nelle malattie della madre, o in problemi legati al parto. Importante anche il contesto ambientale. Questo tipo di mortalità è più alta nei paesi sottosviluppati ed è più difficile da ridurre rispetto a quella infantile.

La *mortalità neonatale* è dovuta spesso all'incapacità del bambino di alimentarsi o a malattie.

Per la *mortalità infantile* (fino al primo anno di vita) le cause principali sono le infezioni.

Fino a 2 mesi di vita, il bambino ha ancora un'alta protezione a causa degli anticorpi forniti in precedenza dalla madre e dal latte materno. Questo però termina al terzo mese.

Fino al parto → cause legate alla madre o al parto.

Dopo → alimentazione o infezioni.

Interventi come i vaccini, gli antibiotici, portano a diminuzione prima di tutto della mortalità post-natale.

#### 2.2.4 Cause favorevoli mortalità perinatale

Sono esogene, facilmente prevenibili, oppure cause traumatiche come incidenti, cause legate al parto, endogene legate a malattie della madre, a malattie ereditarie (es emofilia), anomalie della meiosi o isoimmunizzazione Rh (il fattore Rh è un antigene che può essere o meno presente sui globuli rossi. È un fattore dominante. Nel momento in cui un feto è positivo e la madre è negativa, essa scatena una reazione immunitaria contro il feto: alla prima gravidanza non c'è problema, alla seconda c'è rigetto.)

Complesso TORCH: causa infettiva della mortalità perinatale. È un complesso di agenti patogeni responsabili di gravi malattie per il feto che devono essere individuate mediante screening della madre (i *Toxoplasma gondii*, Virus della Rosolia, Citomegalovirus ed Herpes Simplex).

### 2.3 Prevenzione

La prevenzione è un'ottimo strumento per combattere le malattie e mantenere alto lo stato di salute della popolazione.

Causa/fattore di rischio → esposizione → malattia.

Ve ne sono vari tipi.

**Prevenzione primaria** Mirata ad eliminare o ridurre i fattori di rischio e le cause della malattia/malessere. Posso aumentare le difese dell'organismo tramite le vaccinazioni. Se a seguito dell'esposizione riesco a difendermi, ok.

Se invece non ci riesco → malattia.

Posso incorrere anche in una malattia *asintomatica*. Se invece ho i sintomi, interveniamo con *cure specifiche* (prevenzione secondaria).

**Prevenzione secondaria** Quel tipo di prevenzione che mira alla diagnosi precoce delle malattie. Cerchiamo di guarire la malattia prima che diventi sintomatica → campagne di screening per individuare malattie come il cancro al seno.

La malattia presenterà segni e sintomi (se le due prevenzioni falliscono): se però non viene avvertita e progredisce, si aggrava e sarà riconosciuto un malessere.

**Prevenzione terziaria** Interviene quando c'è un bisogno di salute espresso. Servono diagnosi e terapia.

## 2.4 Malattie

Identifichiamo due modelli di malattie:

1. Infettive: rapporto causale biunivoco. Una causa necessaria che non per forza è sufficiente a dare una malattia, come i patogeni opportunisti; non sufficiente perchè possono essere richiesti, oltre ai fattori dell'agente eziologico, fattori dell'ambiente o dell'ospite, i quali possono aumentare la capacità di infezione
2. Malattie multifattoriali: cardiopatie, tumori

### 2.4.1 Come misuro i casi di malattia in una popolazione?

- Incidenza: numero di nuovi casi di una malattia in un intervallo di tempo (di solito 1 anno), in rapporto al numero di persone a rischio di ammalarsi. Misura di *rischio assoluto*
- Prevalenza: numero di casi di malattia presenti in un certo istante (puntuale) o in un breve periodo (periodale) nella popolazione.

$$P = Id \tag{5}$$

dove  $I$  è l'incidenza e  $d$  la durata della malattia

- Rischio: probabilità che si verifichi un evento, posto che c'è un pericolo
- Pericolo: possibilità che qualcosa provochi un danno
- Letalità: numero di morti/numero di malati
- Morbilità: numero di ore o giorni lavorativi persi/numero di ore o giornate lavorative lavorate dalla popolazione di riferimento

Immaginiamo un recipiente con i *casi di malattia*:

- Entrata: nuovi casi (incidenza)
- Già presenti nel serbatoio: casi presenti (prevalenza)
- Uscita: o guarigione o morte

Aumento la prevalenza o aumentando il rubinetto di entrata o chiudendo l'uscita.

Studiamo la *plausibilità* di un evento → associazione ecologiche: due fenomeni sono correlati, ma perchè lo sono con un terzo fenomeno che è comune ai due. la correlazione tra i due è poco plausibile, il terzo fenomeno invece rende plausibile l'associazione. Dobbiamo studiare la FORZA dell'associazione: se alta, è significativa; se bassa, non è significativa.

### 3 Tipi di studi di metodologie epidemiologiche

- Segnalazione di casistica : basta essere buoni osservatori, qualcuno descrive un dato fenomeno osservato e ne ipotizza le cause e fa ipotesi eziologiche
- Studi sperimentali : i soggetti in studio sono sottoposti a qualche trattamento (cavie-trial clinici-sperimentazione in comunita come il caso dei vaccini). Si fanno dei veri e propri campionamenti
- Studi osservazionali : si guarda cosa accade. Studio descrittivo: analizza statistiche correnti di morbosita e mortalita; ha come fonti censimenti, le schede di cause di morte, le denunce sulle malattie infettive, registri delle patologie. Non fa campionamenti.

Ce ne sono di tre tipi di studi osservazioni:

1. Trasversale : guarda qualcosa come una istantanea, non risente del passare del tempo; valutano bisogno di salute e programmano interventi
2. Retrospettivi: al passato
3. Prospettivi: guardano dall'oggi al futuro.

#### 3.1 Segnalazione di casistica

Non richiede campionamenti e particolari strategie. È un'osservazione estemporanea che chiunque può fare, non c'è nessun tipo di statistica. Si descrive un fenomeno osservato su qualcuno, e ne ipotizziamo le cause. es miti intorno all'AIDS: nel 1982 furono fatti due studi di casistica sulle due coste statunitensi; entrambe fornirono info su una malattia nuova, che coinvolgeva l'immunosoppressione in giovani, apparentemente in buona salute, che improvvisamente si ammalavano di polmonite. Si descrissero i soggetti affetti, ed erano tutti maschi gay. Quindi le segnalazioni di casistica non sono sempre affidabili.

## 3.2 Studi sperimentali

I soggetti in studio sono posti a trattamenti (es trial clinici, sperimentazioni in comunità come i vaccini, l'aggiunta di iodio al sale nelle zone dove il mare non c'è.)

## 3.3 Studi osservazionali

Si osserva cosa accade. Ad esempio uno *studio descrittivo*, che non fa campionamenti, mentre gli altri studi osservazionali si. Possono essere di tre tipi:

1. Trasversali: non risentono del passaggio del tempo. Ci danno un'immagine, e quindi non possiamo apprezzare l'evoluzione del fenomeno. Servono per programmare gli interventi, e sono studi di prevalenza: fotografano una situazione
2. Retrospettivi: che guardano al passato
3. Prospettivi: derivano da campionamenti eseguiti in funzione della causa

**Studio descrittivo** Analizza le caratteristiche di morbosità e mortalità, la frequenza delle malattie, i tassi di incidenza. Le fonti sono censimenti di popolazione, schede di morte, notifica di malattie infettive, registri di patologia ecc.

Per tutti gli studi epidemiologici descrittivi si possono individuare dei *BIAS* comuni, o distorsioni, eventi che ci fanno travisare il dato (es. cause di morte errate, variabilità nella codifica delle malattie, omissione delle notificazioni).

- attendibilità del dato
- variabilità codifica dati
- cause di morte
- omissione di notifica.

**GIS** Geographic Information Sistem. Sono mappe, ottenute mediante raccolta di dati ed elaborazione informatica, nelle quali vengono rappresentati graficamente i fenomeni sanitari. Un dato di questo tipo è definito *georiferito*.

### 3.3.1 Definizione delle aree di rischio

Gli studi osservazionali sono detti analitici per quanto riguarda i campionamenti. Essi si occupano di identificare le aree a rischio e di generare ipotesi eziologiche.

**Come è definito il rischio?** Parliamo di vari tipi di rischio:

Rischio assoluto: incidenza fra gli esposti ad un fattore

Rischio relativo: per stabilire l'importanza di un fattore di rischio.

$$\text{Rischio relativo} = \frac{\text{incidenza fra gli esposti}}{\text{incidenza fra i non esposti}} \quad (6)$$

Rischio attribuibile : incidenza fra gli esposti - incidenza fra i non esposti.

Indica quindi qual è l'apporto di ogni causa all'insorgere di una malattia (es 50% attribuibile al fumo, 30% all'alimentazione)

Rischio attribuibile di popolazione : dipende dall'importanza del singolo fattore, ma anche dalla sua *diffusione* nella popolazione. Si calcola come incidenza totale - incidenza dei non esposti.

### 3.3.2 Studio trasversale

Obiettivi:

1. Descrivere l'entità di un fenomeno (malattia o altra variabile) in una comunità o campione di essa, a scopo di una valutazione epidemiologica, della diagnosi precoce (screening), della pianificazione sanitaria
2. Ottenere informazioni sugli atteggiamenti della popolazione nei confronti dei servizi sanitari, sui bisogni di assistenza percepiti, sull'utilizzo dei servizi sanitari stessi
3. Analizzare la possibile associazione di un fattore di rischio con una malattia (limitatamente ad alcune circostanze)

Normalmente si usa preparare un questionario per ottenere info sugli atteggiamenti della popolazione (vedi punto 2): va validato, ovvero bisogna avere un feedback (campione anche piccolo che però sia disposto a dare un feedback sul questionario), e bisogna decidere a priori le informazioni da raccogliere e scegliere accuratamente le domande, in modo che siano comprensibili e univoche.

Lo scopo di questo tipo di studio è: avendo a disposizione dei dati, riuscire a capire se c'è rapporto causa effetto tra causa e malattia → studio palusibilità.



**Associazione ecologica** Fenomeni correlati tra loro indirettamente, ovvero tramite un terzo elemento che li accomuna e rende plausibile il collegamento fra essi → *plausibilità*.

Dobbiamo comunque andare a verificare la forza di questa plausibilità, l'adeguatezza e il gradiente di tale associazione. Considero la *correlazione statistica* e decido se c'è (significativa) o no (non significativa) correlazione.

### 3.4 Modelli studio di epidemiologia costruttiva

Caso-controllo → coorte prospettiva → coorte storici.

Studi a coorte e studi caso/controllo, sperimentali o molecolari.

#### 3.4.1 Caso/controllo

Come ad ecologia per controllo e trattamento.

Divido la popolazione in sani e malati e verifico se sono stati o no esposti a un dato fattore di rischio nel passato → esame retrospettivo, perché va nel passato.

Si possono indagare in contemporanea più fattori di rischio. Maggiori dettagli slide I,50. Il rischio relativo (chiamato *odds ratio*) divide la popolazione in a-b-c-d → rischio relativo si calcola come prodotto a incrocio (slide I,51).

#### 3.4.2 Coorte

Obiettivi

- Calcolare incidenza e mortalità delle malattie
- Quantizzare il rischio attraverso il calcolo dei tassi di incidenza negli esposti, nei non esposti e negli esposti a vari gradi e livelli
- Calcolare il rischio relativo ed attribuibile
- Confronti tra soggetti esposti in modo diverso
- Analisi differenziate per età e durata della esposizione

Studi molto lunghi e costosi.

Calcolo del rischio relativo sempre con la tabella, ma organizzata diversamente (slide I,54).

È uno studio molto dinamico, variano molto in base alle condizioni di esposizione. Calcolo incidenza esposti, calcolo incidenza non esposti → rapporto → rischio relativo.

### 3.4.3 Sperimentale

Studio diretto sulla popolazione. Effettuato su un gruppo a caso, spesso *in cieco*, ovvero coloro su cui si sperimenta non sanno cosa stanno sperimentando. Spesso crea problemi per i costi e perché le persone si ritirano.

Obiettivi:

- paragonare l'efficacia di due o più trattamenti terapeutici
- valutare l'efficacia di un intervento di prevenzione o di rimozione di fattori di rischio su un gruppo di persone o su un'intera comunità

Accanto all'epidemiologia tradizionale si sta sviluppando anche l'*epidemiologia molecolare* per confermare le ipotesi che formuliamo in base all'epidemiologia classica.

Per fare questo facciamo la PCR e sequenziamo →verifichiamo il ceppo presente nelle feci →cerchiamo a cosa corrisponde questo ceppo e vediamo se i pazienti ce l'hanno in comune. (Foto 2-3).

## 4 Malattie infettive

### 4.1 Classificazione epidemiologica delle malattie infettive

Durante lo studio di una malattia infettiva, si cercano di caratterizzare l'area geografica di interesse, l'agente eziologico, le vie di penetrazione ed eliminazione, le modalità di contagio e trasmissione e le condizioni predisponenti ed immunizzanti.

Per classificarle si seguono alcuni criteri . Si parla di tre gruppi:

1. Decrescenti : quelle che in un certo periodo di tempo hanno avuto una diminuzione del numero di casi, dovuto anche ad un miglioramento igienico-sanitario. Febbre tifoide, malattie veneree, poliomelite
2. Stazionarie : il livello di casi rimane costante, senza particolari picchi. Epatite virale (C-E), gastroenteriti virali
3. Recrudescenti : malattie la cui incidenza ha iniziato a riaumentare negli anni. Tubercolosi, salmonellosi
4. Cicliche :
  - Stagionali : influenza, febbre tifoide, malattie esantematiche

- Poliennali : malattie esantematiche, pertosse
- Secolari : influenza, colera

#### 4.1.1 Virus dell'influenza

Parassita cellulare obbligato. Ortomixovirus: sono tre diversi virus (o meglio, *tre diversi tipi antigenici*).

Virus nudi (rivestimento solo proteico) e virus “vestiti”. Vedi cosa sono le emoagglutinine che manca la slide, idem la neuroaminidasi. DNA segmentale.

Sostituzione completa di un antigene invece di un altro fa nascere pandemie influenzali (slide I,70 – slide I,73).

## 4.2 Distribuzione geografica

A seconda della ricorrenza, le malattie si distinguono in:

Endemiche sempre presenti nella popolazione

Epidemiche picchi ogni tanto

Sporadiche non regolari, una volta ogni tanto e soprattutto dovuto a importazione o contaminazione

Per quanto riguarda la diffusibilità ho una diversa classificazione:

Esotiche

Endemiche

Ubiquitarie

## 4.3 Agente biologico

Un microrganismo è un'entità microbiologica cellulare o meno in grado di riprodursi o trasferire materiale genetico (batteri, virus, anche modificati geneticamente). Per quanto riguarda la loro pericolosità, il *D.Lgs. 626* così definisce le caratteristiche di pericolosità:

- Infettività: capacità di un microrganismo di resistere alle difese dell'ospite e di replicarsi in esso
- Patogenicità: capacità di produrre malattia a seguito di infezione
- Trasmissibilità: capacità di un microrganismo di essere trasmesso da un soggetto portatore ad un soggetto non infetto

- Neutralizzabilità: disponibilità di efficaci misure profilattiche per prevenire la malattia o terapeutiche per la cura

Questi agenti biologici sono classificati in 4 gruppi:

**Gruppo 1** Microrganismi scarsamente patogeni.

**Gruppo 2** Microrganismi che possono causare malattia, ma con rischio limitato di diffusione in comunità; sono disponibili misure profilattiche e terapeutiche (per es. HAV, B. pertussis, C. albicans, Cl. tetani, L. pneumophila, S. aureus, V. cholerae).

**Gruppo 3** Microrganismi altamente patogeni, che costituiscono un serio rischio per i lavoratori e possono propagarsi nella comunità ; sono disponibili misure profilattiche e terapeutiche (es. Brucelle, M. tuberculosis, HBV, HCV, HIV).

**Gruppo 4** Microrganismi altamente patogeni ed infettanti, che costituiscono un serio rischio per i lavoratori e hanno un elevato rischio di propagazione in comunità . Non sono disponibili misure profilattiche e terapeutiche (es. Virus Ebola, Virus Lassa, Virus della febbre emorragica di Crimea/Congo).

Possiamo dare un *gradiente di pericolosità* delle varie malattie: non è detto che una malattia abbia lo stesso grado di infettività, patogenicità e virulenza. Un agente microbico può avere gradi diversi per queste tre caratteristiche, a parte alcune malattie come il vaiolo, che ha elevata patogenicità, infettività e virulenza.

**Tasso d'attacco TDA** Rapporto tra persone malate e coloro che sono a rischio di infettarsi (sia malati che non). Più un virus/batterio ha questo tasso elevato, più è capace di infettare.

**Tasso d'attacco secondario TDA SEC** Rapporto tra malati per contatto con malati e persone che hanno avuto contatti con questi malati.

#### 4.4 Aspetti più importanti dell'epidemiologia generale delle malattie trasmissibili

Gli aspetti più importanti dell'epidemiologia generale delle malattie trasmissibili sono:

1. Storia e distribuzione geografica
2. Riserve o serbatoi e sorgenti di infezione (uomo e animali) : malato, portatore o convalescente
3. Vie di penetrazione : cute, vie aeree, via congiuntivale (attraverso l'occhio, es un ameba che sta in ambiente acquatico e dove c'è alta concentrazione di cloro →congiuntivite amebica, frequente per coloro che usano lenti a contatto)
4. Vie di eliminazione: cute, mucose, sangue
5. Modalità di contagio:
  - Trasmissione diretta : per contatto fisico vero e proprio o per estrema vicinanza
  - Trasmissione indiretta tramite *veicoli* come aria, acqua, alimenti, suolo e oggetti d'uso

La *placenta* fa da barriera per il feto: la maggior parte dei microrganismi non la superano, ma ci sono alcuni parassiti, batteri e virus che ci riescono. Alle mamme viene fatto uno screening microbiologico per vedere se sono entrate in contatto con questi patogeni (es *Toxoplasma*)

## 4.5 Portatore

Persona che non manifesta alcun sintomo clinico ed elimina uno specifico agente patogeno. Vari tipi:

- Precoci : le persone infettate che eliminano il patogeno all'esterno, senza manifestare nulla (es durante l'incubazione)
- Convalescenti : malati che continuano ad eliminare il patogeno anche dopo la guarigione clinica
- Cronici: infetti, manifestano, eliminano all'esterno l'agente microbico, senza però cessare di eliminarlo mai per tutta la vita. Sono legati a certi tipi di malattie come la salmonellosi, epatite virale A, B, C, D, E. Se si identificano, si informano in modo che adottino misure di prevenzione per trasmettere il meno possibile il patogeno
- Sani: soggetti che si infettano ed eliminano l'agente senza sviluppare la malattia

## 4.6 Modalità di contagio e trasmissione

Diretta : c'è un contatto diretto tra sorgente ed ospite suscettibile, ovvero tra persona malata e persona che può ammalarsi. Può essere *orizzontale* o *verticale*: l'orizzontale prevede un contatto intercutaneo, mucocutaneo, mucomucoso; la verticale prevede trasmissione dalla madre al feto

Semidiretta : contatto ravvicinato tra sorgente ed ospite suscettibile

Indiretta : interposizione dell'ambiente fra sorgente ed ospite suscettibile

Le malattie sono trasmissibili tramite *veicoli* o *vettori*.

Un *veicolo* è un oggetto inanimato o materiale su cui l'agente microbico si trova e per cui viene trasportato sul suscettibile (aria, acqua, alimenti, stoviglie, strumenti chirurgici).

Un *vettore* è un insetto o grosso animale capace di trasportare il microrganismo (es Anopheles per malaria). Possono essere *obbligati* (se non c'è l'agente microbico, muore), *di arricchimento* (artropodi che ospitano la replicazione del microrganismo, ma non è necessario che il ciclo vitale di questo, serve solo ad aumentare il numero) e *passivi* (mosca per il tifo addominale).

**Alcuni esempi** *Herpes virus*: l'infezione primaria può passare e il virus può riattivarsi → si manifesta di nuovo nella stessa zona o in un'altra.

*BIOAEROSOL* : composto di natura biologica, formato da particelle grande o composti volatili che contengono organismi viventi o che sono rilasciati da organismi viventi.

L'aria può essere un veicolo di infezione perchè l'uomo emette queste molecole di aerosol (starnuto), può esserci desquamazione cutanea, liquami ecc.

### 4.6.1 Acqua come veicolo

L'*acqua* è un veicolo importante, il più diffuso a parità dell'aria.

Matrici liquide venute a contatto con deiezioni umane o animali (acque reflue) sono principalmente acque di scarico, rifiuti solidi e acque di dilavamento; queste possono diffondere contaminazione in altri bacini idrici quali oceani, fiumi, laghi, acque sotterranee da cui si originano le falde (e da cui si preleva acqua poi per il consumo) e in piccola parte anche le acque usate per l'irrigazione.

L'acqua è anche una delle principali fonti di contaminazione dell'*aria*. I frutti di mare vengono contaminati perchè sono filtratori, quindi rischiano di essere contaminati da agenti contaminanti nell'acqua.

Altri bacini che possono contaminarsi sono le acque di balneazione, le acque potabili (i sistemi di potabilizzazione che devono abbattere la contaminazione utilizzano il *cloro*, ma se questi per caso non funzionano si rischia la contaminazione microbica o metallica), le coltivazioni (vengono irrigate, ma se vengono irrigate con acqua contaminata i vegetali si contaminano a loro volta) e l'aerosol.

**Epidemie di origine idrica** Vari agenti eziologici: batteri, parassiti, virus (sempre più in crescita) e sostanze chimiche (slide I,96). I virus e una percentuale non identificata vengono ricercati prevalentemente con delle tecniche molecolari. Le acque da cui si originano tali epidemie sono soprattutto quelle potabili (dal pozzo). Le cause sono soprattutto le acque profonde non trattate.

#### 4.6.2 Alimenti come veicolo

Correlati a tutto ciò che abbiamo visto fino ad ora.

Un alimento può presentare all'interno una serie di agenti microbici. Può contaminarsi attraverso:

1. La manipolazione :ad esempio se nel fare una ricetta e seguendola, viene manipolato in qualche modo rischioso il cibo
2. Contaminazione iniziale : ad esempio uno degli ingredienti è già contaminato
3. Contaminazione dell'ambiente (suolo, aria, acqua)
4. Contaminazione per via umana: un uomo portatore o malato può contaminare il cibo toccandolo

**Contaminazione ambientale** Batteri che sono normalmente nell'ambiente come spore in quiescenza che però, nel momento in cui germinano, diventano pericolosissimi: ad esempio *il botulino* è molto diffuso in alcuni elementi di origine vegetale.

Il *Clostridium perfringens* è nel suolo, la tossina non dà paralisi ma è a carattere gastroenterico.

Il *Bacillus cereus* provoca vomito ma, a differenza dell'aureus, non sta nell'uomo ma nel suolo e sugli alimenti vegetali.

**Contaminazione animale** In presenza di carni contaminate, dipende quindi da come queste materie prime vengono trattate e se sono contaminate di partenza: ad esempio, *le Salmonelle* sono sia di origine vegetale (se c'è stata contaminazione fecale su vegetali) che animali.

La contaminazione arriva quindi sugli alimenti sia per via dell'ambiente che proprio originando dalle materie prime.

Tra gli agenti eziologici che causano epidemie di questo tipo figurano in larga parte le salmonelle (slide I,98).

Per quanto riguarda i veicoli di trasmissione e le correlate patologie vedi slide I,99.

Ci sono anche altre vie di trasmissione delle malattie:

- Parenterale : trasfusione, strumenti medici chirurgici, siringhe →trasmissione per via ematica
- Attraverso gli *ambienti sanitari* : abbiamo tre livelli: popolazione, operatori, pazienti (sorgente) →possono andare a contaminare aerosol e superfici (*trasmissione indiretta*), ma si può avere anche una *contaminazione diretta* stando a diretto contatto con i pazienti e con i liquami di questi. *I pazienti* sono sorgente di infezione e i loro fluidi biologici sono il modo in cui principalmente trasmettono l'infezione
- In un ambiente NON sanitario :popolazione, animali →trasmissione sia diretta che indiretta (come ambiente sanitario), ma *le sorgenti non sono solo i pazienti*, ma sono sia la popolazione generale che gli animali

## 4.7 Condizioni predisponenti

Le *condizioni di predisposizione* possono essere:

1. Individuali
2. Professionali
3. Ambientali

**Condizioni individuali** Abbiamo tre livelli:

1. Ereditarietà
2. Età e sesso, da cui dipende la vaccinazione e la prevenzione, oltre all'immunocompetenza



3. Stati morbosi e postumi di malattie che vanno a inficiare sul sistema immunitario (esempi: AIDS, la tubercolosi, le infezioni da agenti virali e batterici che hanno come bersaglio il sistema immunitario). Anche i farmaci alla lunga possono inibire alcuni aspetti del sistema immunitario

**Condizioni professionali** Si parla di:

1. Attività lavorative: alcuni lavori espongono certe persone di più rispetto ad altre, motivo per cui vengono somministrati vaccini ad hoc a certe categorie lavorative (vedi i militari, i tecnici sanitari...)
2. Abitudini di vita
3. Alimentazione
4. Abitazione: si possono trovare nella casa molti agenti microbici che crescono meglio indoor
5. Livello culturale, che va a influenzare l'educazione igienica
6. Le calamità naturali (esempio terremoti, tsunami che diffonde in persone suscettibili una maggiore quantità di agenti infettanti), le guerre (decimano la popolazione, lascia la restante popolazione in miseria il che permette una maggiore diffusione degli agenti microbici) e le rivoluzioni

#### 4.7.1 La risposta immunitaria

La condizione predisponente dipende dalle *difese immunitarie* che un individuo ha. Noi abbiamo due tipi di immunità:

**Immunità congenita** non specifica e dipende sia dalla specie che dall'individuo stesso

**Immunità acquisita** dipende dagli anticorpi e può essere *naturale* (*attiva*, ovvero produciamo anticorpi di classe G nei confronti di un antigene, o *passiva*, ovvero acquisita dalla mamma durante la gravidanza) o *artificiale, attiva* (viene indotta attraverso somministrazione di un vaccino e produciamo risposta immunitaria come se noi fossimo stati infettati, ma ovviamente senza presentare malattia, questo permette all'organismo di produrre anticorpi ed essere protetti da tali malattia), o *passiva*, nel caso in cui non ci sia vaccinazione ma vengano iniettate direttamente immunoglobuline (nel caso di malattie gravi e di poco tempo a disposizione)

Parliamo inoltre di:

**Antigene** molecola estranea, appartenente ad un batterio o ad un altro invasore, capace di indurre una risposta immunitaria

**Antocorpo** molecola proteica specifica. prodotta dal sistema immunitario, che reagisce con l'antigene e che ne ha provocato la sintesi

**Risposta anticorpale** sono prodotti e secreti anticorpi capaci di combinarsi specificatamente con l'antigene

**Risposta cellulo mediata** vengono stimolati alla proliferazione linfociti capaci di riconoscere specificamente l'antigene, tramite recettori di superficie, e di secernere numerosi mediatori (linfocine)

## 5 Prevenzione

La prevenzione ha vari livelli e vari momenti di intervento:

- Prevenzione primaria →interviene prima del contatto tra agente eziologico ed individuo, impedendo che si verifichi : es quelli che cercano di curare ebola sono scafandrati. Oppure si impedisce che il contatto faccia del male
- Prevenzione secondaria
- Prevenzione terziaria

### 5.1 Prevenzione primaria

Eventi che aumentano la difesa dell'organismo. Si attua attraverso due vie principali:

1. Allontanamento dei fattori di rischio. Due processi fondamentali:
  - modifiche ambientali
  - modifica di comportamento: in moltissime malattie il contatto col patogeno avviene per abitudini comportamentali, come l'alimentazione, le abitudini sessuali ecc...
2. Potenziamento delle difese (vaccini per le malattie infettive, per le non infettive sono regimi dietetici ecc)

## 5.2 Prevenzione secondaria

Interviene quando c'è già stato l'incontro tra l'individuo e il patogeno, e c'è già il danno. Evidenzia i soggetti particolarmente a rischio per certe malattie e vuole diagnosticare precocemente dei possibili danni. Un esempio sono gli *screening* per i tumori al seno, per il carcinoma al collo dell'utero, per il carcinoma al colon retto.

Deve portare comunque a *guarigione* o miglioramento delle condizioni di salute. È già un atto medico.

## 5.3 Prevenzione terziaria

Si è già verificata la malattia; si parla di prevenzione perché non c'è limite al peggio, la persona deve avere un recupero funzionale e un miglioramento della qualità della vita.

## 5.4 Promozione della salute

Promuovere il benessere, aumentarlo. Volta a migliorare le capacità personali di mantenersi in salute: tutto il sistema sanitario deve ruotare intorno a ciò.

# 6 Profilassi delle malattie infettive

Ci sono 3 elementi:

1. Sorgente d'infezione
2. Ambiente
3. Sano recettivo

## 6.1 Sorgente d'infezione

La sorgente deve essere nota: viene isolata e seguita nel tempo per evitare il contagio di altre persone. Può essere l'uomo o un animale.

Il primo passo è *accertare la diagnosi*, poi *notificare la malattia* alle autorità, *isolare* e infine *curare*.

Molte malattie devono essere notificate se solo una persona l'ha contratta (es. ebola); altre solo se avvengono delle epidemie in comunità (es. scabbia); altre hanno notifiche particolari, ovvero oltre alle normali notifiche bisogna dire quali sono state le vie attraverso le quali le persone si sono infettate (es.

tubercolosi ed AIDS, *malattie infettive*). Si può arrivare anche all'*isolamento totale* del malato.

In questo caso si può fare *quarantena* o *sorveglianza sanitaria*.

C'è sempre il problema dei portatori, in particolar modo dei **portatori sani**: nel caso della meningite cerebro spinale epidemica, si sa che aumenta il numero dei portatori sani, ma non ha senso fare screening. Se si conosce il portatore, si può cercare di modificarlo con antibiotici, se non lo si conosce è un gran problema!

Per il **portatori cronici** la cosa importante è l'*educazione sanitaria*: una persona affetta da epatite b cronica sa che può contagiare qualcuno con il sangue e con rapporti sessuali, e se non si preoccupa di ciò è reato!

Anche gli *animali* possono essere sorgenti: molte malattie originatesi dagli animali sono trasmissibili all'uomo, anche con *salti di specie*: quando un microrganismo che era trasmesso in una specie passa ad essere trasmesso anche in un'altra specie.

Per limitare l'effetto della sorgente, si usano *terapie*; se viene un'infezione che non può essere curata come l'H5N1 (aviaria), l'unica soluzione è l'abbattimento degli animali infetti.

## 6.2 Ambiente

Si usano metodi di disinfezione, risanamento ambientale, disinfestazione.

Nel dettaglio:

- Sterilizzazione : distruzione di ogni essere vivente in ambienti e materiali
- Disinfezione : distruzione di germi patogeni in ambienti e materiali. È più blando della sterilizzazione
- Disinfestazione : distruzione di macroparassiti e vettori (metazoi)

Asepsi →sterilità

Risanamento →generale abbattimento microbiico.

### 6.2.1 Sterilizzazione

Come mezzo fisico per la sterilizzazione, il più utilizzato è il *calore*. Si usa la *fiamma diretta* o la *stufa di Pasteur*, che garantisce la distruzione degli sporigeni.

Si può fare la stessa cosa con il *calore umido* o con il *vapore fluente* a 100 gradi. Nessuno dei due è sterilizzante.

Per sterilizzare mediante il calore umido, dobbiamo usare il *vapore sotto pressione*. Se aumento la pressione, aumenta la temperatura di ebollizione dell'acqua (circa 115 gradi a 0,7 atm, 121 gradi a 1 atm, 128 gradi a 1,5atm). Se invece faccio il vuoto diminuendo la pressione l'acqua bolle a 80 gradi.

Si usano anche le *autoclavi*, che comprimono il vapore e ne aumentano la temperatura. I microrganismi, anche le spore, vengono distrutti in poco tempo. Non si possono però sterilizzare in questo modo materiali plastici (che si degradano) nè grassi e polveri anidre.

### 6.2.2 Disinfezione

Può essere continua, terminale, estemporanea o periodica.

Si usano:

- Mezzi naturali : luce solare, essiccamento, temperatura, pH, concorrenza vitale, diluizione, batteriofagia
- Mezzi artificiali, chimici

La disinfezione è un metodo economico, che però, soprattutto quella chimica, ha conseguenze anche nocive per l'uomo e per i materiali.

Come disinfettanti si usano acidi, alcali, sali di metalli pesanti, ossidanti, alogeni, aldeidi (formaldeide) ecc. La formaldeide ad esempio è un gas che viene usato per sterilizzare ambienti, stanze intere. È pochissimo lesiva per i materiali!

Si usano anche dei MEZZI MECCANICI: separano i microrganismi da una matrice in funzione delle loro dimensioni →filtrazione. Vari livelli di filtrazione:

- Microfiltrazione : trattiene fino a 0,22 micron di diametro
- Ultrafiltrazione : trattiene particelle più piccole, come i virus. Misura i KDa trattenuti.
- Nanofiltrazione

### 6.3 Sano recettivo

Rappresentato dalla vaccinazione, la immunoprofilassi e la chemioprolifassi (somministrare farmaci per evitare che la malattia si manifesti)

**Vaccinazione** Immunoprofilassi attiva, effettuata con somministrazione di un preparato immunogeno, cioè capace di provocare una risposta immunitaria contro uno specifico agente eziologico, senza riprodurre il quadro patologico ad esso correlato. Mezzo fondamentale nella prevenzione primaria delle malattie infettive, può avere un ruolo decisivo nell'eliminazione di alcune di esse (es. vaiolo, poliomelite, difterite, tetano) o un ruolo ausiliario per altre (es. colera, febbre tifoide, tubercolosi).

**Immunoprofilassi passiva** Per la *sieroprofilassi* si usano sieri eterologhi (cavallo, bue, dealbuminati, proteolitici) e sieri omologhi. I rischi sono di shock anafilattico o malattia da siero.

L'*immunoglobulinoprofilassi* invece fa uso di Ig standard e Ig iperimmuni.

Esistono due gruppi di test diagnostici per l'accertamento di infezione:

- Diretto: trovo il microrganismo patogeno, o una sua parte, nell'individuo malato. È una prova della presenza dell'infezione
- Indiretto: mette in evidenza la risposta immunitaria. es valutazione del titolo anticorpale. faccio due prelievi, uno subito e uno dopo 15gg, e devo trovare, se c'è infezione recente, una differenza di due log.

Un'altra distinzione è tra:

- Prevenzione diretta : specifica nei confronti di una determinata malattia
- Prevenzione indiretta : pratiche generali rivolte a tante malattie che hanno la stessa modalità di trasmissione (es disinfezione delle acque per le malattie ureo-fecali).

## 6.4 Disinfezione

### 6.4.1 Disinfezione naturale

(slide I,113) In maniera naturale la disinfezione si può effettuare con vari metodi: variando parametri vitali per i batteri, essi possono essere uccisi o comunque nettamente diminuire nell'ambiente. Ci sono patogeni più sensibili di altri a questi meccanismi naturali.

La *disinfezione continua* è ripetuta ogni giorno, spessissimo.

La *disinfezione terminale* è una attività approfondita della disinfezione continua fatta ad esempio in una stanza di un malato dopo che questo se ne è andato.

La *disinfezione estemporanea* si fa in loco sul momento se ad esempio mi cade una provetta in laboratorio.

La *disinfezione periodica* si fa in contesti alimentari di solito. Il limite sono i costi e il fatto che dei prodotti potrebbero essere nocivi o nuocere ai materiali su cui sono usati.

**Storia della disinfezione** I primi studi sui batteri sono stati fatti da Pasteur, ma ancora non si aveva idea del collegamento tra batteri e malattie e probabilità di avere infezioni (si inizia a pensare a metà ottocento negli ospedali).

Si contraevano febbri, date da infezioni spesso trasmesse dalle mani delle ostetriche durante i parti. Un ginecologo inglese iniziò a porsi il problema di bloccare queste infezioni: si osservò che quando il parto era in condizioni più pulite le febbri erano minori, quindi si decise di iniziare a usare un qualcosa che pulisse gli oggetti e le mani, si iniziò a utilizzare *il fenolo* → nelle aree dove si usava questa pratica, le febbri scomparivano, rimanevano dove non si usava tale metodo, fu così che questo si diffuse.

Non più usato, ma a volte si usava *l'indice fenilico* per paragonare l'efficacia dei vari disinfettanti con le diluizioni di fenolo.

Adesso la farmacopea indica precisamente come testare il disinfettante: se ne valutano *i Logaritmi di abbattimento*: si hanno abbattimenti microbici anche in base alla concentrazione di batteri di partenza.

#### 6.4.2 Disinfezione chimica

Ci interessa:

1. L'efficacia del disinfettante : ridurre più possibile carica microbica
2. L'innocuità : che non uccida la gente invece dei batteri
3. Il tempo di contatto : quanto gli serve per agire
4. La stabilità

Perché i tavoli del lab di microbiologia sono rialzati intorno? Perché a volte non basta passarci un panno, ma bisogna rovesciarci sopra una quantità maggiore di disinfettante. È importante anche l'ambiente (temperatura, pH, umidità) e il materiale (importante sapere se c'è sostanza organica o no dove si agisce perché a volte questa disattiva il disinfettante) su cui agisce il disinfettante. Bisogna considerare anche il basso costo e l'assenza di odori sgradevoli (il fenolo di prima ad esempio è molto puzzolente).

### 6.4.3 Principali gruppi disinfettanti

**Acidi e alcali** in grado di alzare o abbassare il pH, comporta una certa distruzione microbica. Biofilm: film di materiale biologico costituito da microorganismi che stanno bene insieme e accrescendosi formano questo strato biologico → tutti gli ambienti sono o possono essere colonizzati da biofilm, in particolare quelli che contengono o usano acqua. Molti disinfettanti sono mirati a eliminare il biofilm.

**Sali di metalli pesanti** dicloruro di mercurio, chiamato prima come sublimato corrosivo; la sostanza organica lo disattiva. Il mercurio solitamente comunque è abbastanza tossico

**Ossidanti** attraverso ossidazioni si ha variazione metabolismo, distruzione membrana e capsidi virali etc. L'acqua ossigenata non è uno sporidica ma è molto attivo per contrastare il tetano il quale è anaerobio. Altro ossidante forte è l'ozono ( $O_3$ ), molto instabile (va prodotto e somministrato subito)

**Alogeni** soprattutto derivati da cloro e iodio. Derivati del cloro: cloro gassoso  $Cl_2$ , ipocloriti tipo candeggina e varichina ( $NaOCl$ , interagisce con membrane e con cellula come un ossidante). Hanno però stabilità bassa (perdono di titolo presto), sono fortemente inattivati da sostanze organiche (in particolare possono originare composti organici contenente cloro, i cloroderivati organici, che hanno contenuto mutageno e cancerogeno). I derivati dello iodio: tintura di iodio usata per lesioni della cute

**Aldeidi** formaldeide (gas) e glutaraldeide (liquido) sono in certe alte concentrazioni degli sterilizzanti, però il problema è che sono tossiche

**Fenolo e derivati** il fenolo è stato il primo, il più vecchio disinfettante usato come composto con altre sostanze. Ci sono altri derivati del petrolio oltre al fenolo.

**Tensioattivi** sostanze schiumeggianti (sapone per esempio), abbassano tensione superficiale producendo schiuma (la schiuma deterge); sono composti dell'ammonio quaternario, sono legati ad  $NH_4$ . Non hanno odori o sapori sgradevoli, sono stabili, non sono tossici, ma poi si è scoperto che non erano proprio disinfettanti ma solo dei battiostatici

**Essenze** sostanze oleose che fanno parte di molte piante, hanno un potere disinfettante, usate spesso in associazione con altri disinfettanti più potenti per dare profumo



**Derivati guanidimici** amuchina, clorexidina. Sostanze organiche a base di cloro, garantisce una maggiore stabilità e una minore lesività dei disinfettanti

#### 6.4.4 Requisiti fondamentali e complementari per un disinfettante

Comunque per usare un disinfettante è importante seguire il *protocollo di somministrazione*.

## 7 Vaccinazione

Non impedisce il contatto col patogeno, ma impedisce l'infezione o la malattia.

È un intervento di *immunoprofilassi attiva*, viene somministrato a soggetto suscettibile un preparato antigenico che stimola una risposta immunitaria verso un certo microorganismo.

È una azione di *prevenzione primaria specifica* per un determinato microorganismo. È una misura di prevenzione individuale, ma dà una protezione di massa → vaccinazione di potenziali diffusori, i quali altrimenti potrebbero trasmettere malattie a coloro che non possono vaccinarsi.

A seguito delle vaccinazioni sono state eliminate varie malattie (vaiolo, poliomelite...). Alcune malattie hanno diffusione ambientale e non hanno un vaccino così efficace da funzionare (tifo, colera, tubercolosi...). Quindi i vaccini a volte sono *straducanti la malattia* e a volte solo *coadiuvanti per non prendere la malattia*.

Va visto comunque come un *provvedimento di massa*. A seconda delle professioni sono consigliate e proposte diverse vaccinazioni. Importanti anche le classi di età. A seconda delle mete dei viaggiatori ci sono vaccinazioni consigliate. Le attività sportive e le abitudini di vita anche influiscono sulla probabilità di contrarre infezioni.

Jenner ebbe il merito di vaccinare per primo le persone in Inghilterra, nel '700, c'erano i conservatori contro le vaccinazioni e quelli pro-vaccinazioni. Jenner fu avventato e vaccinò suo figlio di 6 anni, e gli andò bene.

**Immunità di gregge** Per le malattie contagiose → la maggior parte delle persone sono immuni, quindi se tutti sono immuni non prendono la malattia e impediscono che si diffonda anche a chi non ha la vaccinazione. La malattia si blocca perché non si diffonde perché sono quasi tutti immuni e vaccinati.

**Effetti collaterali** Nessun vaccino però è privo di effetti collaterali, si somministra comunque un preparato ed è possibile che dia reazioni avverse (ad

esempio, il vaccino antiinfluenzale è ricavato da uova embrionate di pollo, quindi se uno è allergico alle uova gli si scatena una allergia).

Il vaccino contro la polio, uno su un milione di casi, provoca paralisi da vaccino antipolio, venne perciò sostituito dal vaccino ucciso. Necessario sempre lo studio del rapporto tra benefici e rischi → sistemi di sorveglianza su reazioni avverse da vaccino.

**Obbligo vaccinale** Sussiste, sono però pressoché inesistenti le sanzioni nel caso di mancata vaccinazione; se però uno si vaccina e ha qualche effetto collaterale, lo stato in teoria dovrebbe rimborsarti; se però tu decidi autonomamente di vaccinarti vuol dire che uno percepisce il rischio della malattia → da cosa è data la percezione del rischio della malattia?

## 7.1 Storia della vaccinazione

(slide I,122).

Si stanno comunque studiando ancora moltissimi virus contro molte malattie ma spesso senza ancora risultati (malaria, HIV, Herpes zoster...). Il vaccino è un preparato immunogeno costituito partendo da microorganismi patogeni, deve essere caratterizzato da assenza patogenicità e capacità di stimolare sistema immunitario.

## 7.2 Tipi di antigene

1. **MICROORGANISMO UCCISO**: Sistemi per uccidere patogeni per fare i vaccini devono essere dolci, vanno uccisi con delicatezza e delicatezza. Si usano ad esempio radiazioni, non il calore! Un vaccino va somministrato con una dose ben precisa, bisogna essere certi che poi il patogeno sia ucciso davvero. Pasteur fu il primo che lavorò con i vaccini, Koch seguì con il vaccino contro la tubercolosi inoculandolo in bambini.
2. **MICROORGANISMO ATTENUATO**: Vaiolo vaccino: virus attenuato; altri virus attenuati sono quelli del morbillo, parotite, rosolia, polio e antitubercolare. Come si ottiene un vaccino attenuato? Il vaccino attenuato è vivo e può replicarsi! C'è alla base un ceppo diverso, ad esempio adattato agli animali, però poi l'attenuazione si è ottenuta attraverso passaggi seriali in terreni o in substrati culturali particolari (vaccino antipolio attenuato ottenuto attraverso numerosissimi passaggi successi in colture di reni di scimmia... a furia di essere passato e ripassato in queste colture ha perso di patogenicità. Nella tubercolosi si è passato in 261 passaggi sulla patata bollita.) Spesso il vaccino

attenuato produce comunque infezione simile a quella della malattia, perché comunque il virus è vivo → si favorisce la formazione delle immunoglobuline A. Non è così fondamentale la dose, tanto poi si replica lo stesso. Lo svantaggio è che possono perdere le caratteristiche dell'attenuazione.

3. ANATOSSINE: Si tratta di tossine detossificate. Hanno un problema, sono piccole, sono proteine, siccome la stimolazione del sistema immunitario è anche in proporzione della dimensione, necessita di adiuvanti e di richiami. Ad esempio il tetano. Un grande aiuto ci è stato dato dall'ingegneria genetica e dalle tecniche del dna ricombinante.
4. COMPONENTI MICROBICI: Possono crearsi resistenze a degli antibiotici che possono portare allergie a questi ultimi, ma comunque sono vaccino pressoché sintetici.

#### ADIUVANTI:

1. Fosfato ed idrossido di alluminio: formano dei fiocchetti che servono ad assorbire antigeni e ne aumentano la possibilità di essere riconosciuto.
2. Associazione con altri antigeni e componenti strutturali
3. Liposomi
4. Polimeri a rilascio controllato
5. Mettere insieme più vaccini

### 7.3 Somministrazione

Ciò che dobbiamo tenere in considerazione:

1. Dose → importante soprattutto nei casi di vaccini uccisi
2. Numero dosi → se quando si sta raggiungendo il picco di risposta dato dalla prima dose si somministra una seconda dose, allora la risposta sarà più efficace e più potente.
3. Distanza tra una dose e l'altra.
4. Positivo o meno, utile o meno mescolando dei vaccini simultaneamente e associati → più vaccini insieme dati come vaccini misti quando sono ceppi diversi della stessa specie, oppure possono essere associati vaccini completamente diversi anche per mesi diversi.

### 7.3.1 Età

**Motivazione epidemiologica** la vaccinazione va fatta ad età precedente a quella di massima incidenza della malattia o comunque in una età precedente a quella pericolosa della malattia, oppure in una età in cui prendere la malattia creerebbe problemi (vaccino per l'influenza agli anziani).

**Sistema immunitario** il momento più adatto per i vaccini è dopo i tre mesi, all'inizio infatti il bambino ha ancora gli anticorpi della mamma, però ci sono vaccini a cui i bambini fino a una certa età non rispondono quindi bisogna aspettare (tipo quello per le sante matiche si fanno a un anno).

Si possono creare dei *calendari vaccinali dell'infanzia*, tenendo conto di vari parametri:

1. L'immunizzazione deve avvenire prima dell'esposizione al rischio
2. Efficacia protettiva del vaccino
3. La copertura vaccinale deve raggiungere i livelli richiesti per conseguire l'obiettivo prefissato
4. L'immunizzazione estensiva della popolazione riduce la circolazione naturale dell'agente patogeno e modifica la herd immunity
5. Maturità del sistema immunitario
6. Interferenza con anticorpi di origine materna
7. Numero di dosi e relativi intervalli richiesti per conseguire la protezione
8. Numero di vaccini da inserire nel calendario
9. Disponibilità di vaccini combinati
10. Numero di richieste di accessi al servizio vaccinazioni
11. Conservabilità del vaccino

I vaccini devono essere innocui, efficaci, pratici da impiegare ed economici. Per valutare l'efficacia di un vaccino:

$$VE = \frac{\%MNV - \%MV}{\%MNV} 100 \quad (7)$$

dove MNV sono i casi di malattia nei non vaccinati e MV i casi di malattia nei vaccinati.

**Come viene testato un vaccino?** Dipende anche dal tipo di antigene, per un vaccino ucciso bisogna verificare che sia ucciso davvero, quello attenuato che sia davvero attenuato, le anatossine che le tossine siano davvero innocue. È indispensabile la sperimentazione (persone a cui viene somministrato e persone a cui viene dato un placebo) controllata sull'uomo, il che porta una serie di problemi di carattere etico.

## 7.4 Immunoprofilassi passiva

In quella attiva una persona è lui stesso spinto a sviluppare risposta immunitaria che lo porta a conservarne la memoria dell'infezione. In quella passiva invece vengono somministrati anticorpi già fatti, che sono le immunoglobuline.

Le immunoglobuline sono proteine prodotte altrove che vanno incontro al normale catabolismo delle proteine, dopo qualche settimana sono state completamente eliminate. Ig prese da sangue di soggetti protetti già dall'infezione.

Ci sono due tipi di Ig:

- Immunoglobuline standard: gruppo di donatori, si prende il sangue e si mischia
- Immunoglobuline iperimmuni: prese dal sangue di persone che hanno avuto precisa immunizzazione e hanno tassi anticorpali elevatissimi per una certa malattia

CHEMIOPROFILASSI: Chimica, può però diffondere resistenza agli antibiotici.

## 8 Malattie cronico-degenerative

Lenta insorgenza, durano molto nel tempo, talvolta sfuggente, eziologia multifattoriale. Più tipiche dell'età avanzata. Diffuse sono le malattie cardio circolatorie, tumori, diabete, cirrosi, malattie cronico ostruttive, broncopneumopatie...

Diverse cause e diffusione rispetto alle malattie infettive e soprattutto *non si ha la diffusibilità*. Sono andate aumentando, parallelamente a come le malattie infettive sono andate diminuendo. Nel 1910 la speranza di vita alla nascita era 47 anni, nel 1980 si arrivava a 78 anni, adesso abbiamo una speranza ancora maggiore. Possono essere presenti anche in maniera multipla.

## 8.1 Fattori di rischio delle cardiopatie ischemiche

Ostruzione delle coronarie → mancanza di afflusso di sangue ed ossigeno al cuore → necrosi. Per l'incidenza di queste malattie c'è una differenza fra i sessi, ma è comunque attribuibile al fatto che solitamente gli uomini fumano di più, sono più sedentari ecc.

Lavoro eccessivo o stress eccessivo predispongono a cardiopatie: oggi per le donne lo stress è molto più vicino a quello degli uomini. Anche la concomitanza di altre malattie come il diabete e la dieta sono fattori di rischio.

La prevenzione primaria delle cardiopatie ischemiche si fa tenendo sotto controllo questi fattori.

### 8.1.1 Fattori di rischio dei tumori

Tutti quelli già citati, più l'alimentazione ricca di grassi (per l'associazione con gli estrogeni). Si va da un 10% al 70%.

Anche le radiazioni ionizzanti possono essere fattori di rischio per tumori ai polmoni, fegato, apparato riproduttore.

Le radiazioni UV hanno un basso potere di penetrazione, ma sono importanti per i cancri della pelle, come il *melanoma cutaneo*. Le persone che si espongono con particolare intensità e frequenza a radiazioni solari senza protezione sono più inclini a sviluppare melanomi: il maggior rischio in realtà è associato agli episodi di ustioni per effetto dell'esposizione solare.

Sostanze chimiche che si trovano nell'ambiente in cui si vive (ambito occupazionale), come il cancro dello scroto degli spazzacamini: la fuliggine, andandosi ad annidare in aree meno soggette a pulizia continua, provocano questo tipo di tumore. Anche il tumore della bocca delle donne che dipingevano con sostanze fluorescenti i quadranti degli orologi.

Anche l'amianto, che era associato all'ambito occupazionale, è un fattore di rischio: è stato comunque attribuito all'ambito di vita. Esso veniva utilizzato per costruire teli ignifughi che erano usati per le assi da stiro.

Fattori iatrogeni → dato da cure mediche, esami radiologici, farmaci presi troppo a lungo o in certe particolari condizioni.

Anche i fattori ereditari sono fattori di rischio, soprattutto per il cancro alla mammella.

### 8.1.2 Infezioni che stanno alla base dell'insorgenza dei tumori

È possibile che le infezioni abbiano a che fare con queste patologie. (Anche per gli infarti, il diabete - virus kockzaki B???, distrugge le isole del Langhe-rans). Ci sono dei virus oncogeni, come il sarcoma di Raus, noti da tempo,

ma anche quelli dell'epatite B e C che possono produrre un'epatite cronica che degenera in tumore; il papilloma virus che può provocare il carcinoma del collo dell'utero; le aflatossine liberate dai miceti.

## 8.2 Prevenzione primaria

Mangiare frutta e verdura, vitamine + tutti gli altri fattori già citati.

La prevenzione primaria è difficile da attuare, perchè incide su abitudini di vita, contesti ambientali.

## 8.3 Prevenzione secondaria

Diagnosi precoce di malattia allo stato preclinico.

Viene fatta con delle campagne di screening per le persone considerate a rischio per una certa patologia: per il carcinoma della mammella le donne dopo i 35 anni una volta l'anno vengono chiamate e viene fatta una mammografia.

Il test di screening non deve dare né falsi positivi né falsi negativi. I falsi positivi determinano la *specificità* del test, i falsi negativi determinano la *sensibilità* del test. Se il test non è specifico, avrò maggiori disagi per le persone e un costo maggiore.

Il test deve essere quanto più economico in termini di soldi e personale, deve essere semplice da fare e non invasivo né deve provocare un danno.

Lo screening deve quindi essere fatto solo in alcuni casi, come per malattie ereditarie, la spina bifida.

## 9 L'ambiente

È un insieme di componenti che possono essere biotiche o abiotiche.

È un fattore importantissimo per la salute: l'OMS ha messo al primo posto la prevenzione di malattie legate all'ambiente. Si stima che nei paesi industrializzati, circa il 30% delle malattie possa essere attribuita all'ambiente; nei paesi in via di sviluppo di più, perchè molte malattie sono dovute alle acque inquinate.

Per valutare la tossicità di una sostanza, si usano animali e si valuta la dose letale che uccide il 50% (perchè? boh!).

Se devo valutare la tossicità di una sostanza ignota, o vedere qual è la dose che determina la tossicità, sapere la DL50 (dose letale 50%) non mi interessa: voglio sapere la dose alla quale non c'è effetto. Si valuta quindi

la dose giornaliera accettabile, A.D.I, che non comporti tossicità di alcun genere.

La formula è:  $A.D.I = NEL_{900}/100$

dove  $NEL_{900}$  sono i giorni senza effetto sull'animale. Dobbiamo però rapportarlo all'uomo, quindi dividiamo NEL per 100, un fattore arbitrario.

Una volta ottenuta l'ADI, si deve applicare il coefficiente di sicurezza: consideriamo la relazione tra le specie animali in cui sono state effettuate le prove tossicologiche e l'uomo per applicare il coefficiente giusto.

Cosa dobbiamo considerare come esposizione più rappresentativa? Teniamo conto delle relazioni tra sostanze (sinergia o antagonismo) che, a seconda della via, possono potenziarsi fra loro: a volte quindi bisogna moltiplicare gli effetti nocivi.

Ci sono anche casi in cui si conosce solo l'IL 50.

Supponiamo di aver calcolato l'ADI: in un giorno non posso assumere più di una certa quantità  $1,44 \mu g$  per kg. Questa è una quantità stabilita su peso unitario. Se dobbiamo fare valutazioni generali, come faccio a valutare quanta ce n'è in aria/acqua/suolo? Si valuta quindi il peso corporeo dell'uomo maschio medio, 70 kg (in ambiente di lavoro). I limiti previsti per questo individuo sono più alti per quelli di una donna o di un bambino.

Una volta che abbiamo l'ADI, per vedere i limiti in aria, acqua e suolo, bisogna tener conto di come la sostanza di interesse si distribuisce in questi mezzi:

- Se è volatile, la trovo principalmente nell'aria
- Se è lipofila, la trovo più facilmente nel suolo e negli alimenti
- Se è idrofila, la trovo nell'acqua

Guardo quindi come ogni sostanza si ripartisce nella matrice.

Poi consideriamo quanti alimenti, quanta acqua, quanta aria un individuo assume in un giorno: l'uomo medio di 70 kg consuma mediamente 0,63 kg di alimenti a peso secco (senz'acqua), 2 kg di alimenti idratati; di aria  $18,5 m^3$  e di acqua 2 litri.

Su tutto ciò ci sono enormi margini di incertezza: inoltre l'acqua può essere contaminata dall'aria e può contaminare il suolo e quindi gli alimenti. Esiste un ciclo naturale dell'acqua, ma c'è anche l'intervento in questo ciclo dell'uomo.



## 10 Inquinamento dell'acqua

Sulla terra siamo a 1,39 miliardi di metri cubi di acqua: il 3% è dolce, il resto è salata. Quella dolce è per la maggior parte sotto forma di ghiaccio.

(slides sul fabbisogno di acqua)

C'è un 1% di acqua nella biosfera, 0,6% nel sottosuolo e nei fiumi e laghi solo lo 0,01%.

Ci sono 4 categorie di fonti utilizzabili per uso umano:

- meteoriche (che cadono dal cielo, pioggia, grandine ecc. Sono le più pure in assoluto perchè derivano dalla condensa nelle nubi). Si hanno fenomeni di *piogge acide*. L'acqua meteorica si contamina durante la sua discesa, a contatto con l'aria, e quando arriva sulle superfici.
- Superficiali: si contaminano con contatto ad esempio con i tetti sudici xD. L'acqua lava superfici contaminate e si contamina a sua volta
- Acque marine: nel Qwait utilizzano l'acqua di mare, la dissalano e la distillano e ne fanno acqua potabile
- Sotterranee: delle falde o delle vene rocciose. Le falde si formano da terreni sciolte come grani e ciottoli, humus, strati composti da argilla. Anche se l'argilla è impermeabile, nel sottosuolo è difficile trovare elementi perfettamente impermeabili: per andare a prendere quest'acqua nel secondo strato impermeabile devo attraversare il primo (che è la falda freatica). Quest'acqua sarà quindi filtrata maggiormente perchè deve attraversare due strati, e quindi sarà più pura. Le vene rocciose sono canali rocciosi che conducono sotto terra ad un serbatoio naturale. Il carbonato di calcio si scioglie se l'acqua nel serbatoio ha un pH basso. Le acque che stanno nelle rocce calcaree sono quindi rocce dure.

Esistono anche le *vene silicee*, formate da Silice, i cui prototipi sono le rocce granitiche.

### 10.1 Prerequisiti di potabilità

Il giudizio di potabilità è comunque complessivo e richiede più prelievi. Bisogna capire da dove proviene l'acqua, quali sono le caratteristiche del suolo → ispezione idrologica del luogo, siva a vedere se ci sono in zone fonti di inquinamento, se la zona da cui voglio prendere l'acqua è protetta o meno dalla inquinamento. Per le acque profonde (ma volendo anche quelle superficiali) ci vuole lo studio geologico del suolo.

Studio idrogeologico e ispezione locale (slide II, 31) → le industrie che buttano inquinanti vanno a finire nelle falde, le discariche inquinano → se tolgo acqua con i pozzi abbasso la falda che a questo punto attira acqua da altre aree. Si va incontro all'EMUNGIMENTO delle falde che richiamano acqua da altre parti come ad esempio dal mare che quindi porta acqua salata nelle falde.

Molto importante lo studio geologico, per capire dinamiche sotterranee. Se una falda è inquinata e magari ho un pozzo a monte di un altro, si potrebbe inquinare questo secondo pozzo.

Due limiti imposti dalla legge (slide II,33):

1. Concentrazione massima ammissibile
2. Valori guida → rappresenta un livello di allerta

### 10.1.1 Parametri

- Organolettici (slide II,34) → colore - odore - sapore. L'acqua buona deve essere inodore, incolore, insapore. Vengono determinati con varie analisi (slide II,35)
- Fisici → temperatura (slide II,37 e slide II,38) - limpidezza (slide II,39) - conducibilità elettrica (slide II,40)
- Chimici (slide II,41) → pH dell'acqua dovrebbe essere neutro - residuo fisso è il contenuto salino totale dell'acqua - durezza (slide II, 42 e slide II,43)
- Concernenti sostanze indesiderabili → limiti nell'ordine di milligrammi o microgrammi (slide II, 44). Questi ci portano all'analisi dell'INDICE DI INQUINAMENTO ORGANICO (Slide II,45) a cui si aggiunge il contenuto di sostanze che possono essere ossidate usando bicromato di potassio in ambiente acido a caldo (slide II,46), ammoniaca (slide II,47), nitriti (slide II,48), nitrati (slide II,49), idrogeno solforato (slide II,50), detergenti biodegradabili (Slide II,51)
- Concernenti sostanze tossiche (slide II,53) → parametri chimici tossici (slide II,54 - 55 - 56)
- Microbiologici (slide II,58) → nelle acque vanno a finire i patogeni enterici. La ricerca dei patogeni (slide II,59)

## 10.2 Contaminazione da batteri enterici

Gli indicatori sono organismi che hanno dei requisiti:

- Sempre presente quando c'è il patogeno, per non avere falsi positivi
- La quantità dovrebbe essere proporzionale alla quantità di patogeno
- Più facile da indicare e misurare rispetto ai patogeni

Al momento non esiste un indicatore universale: sono oltre 400 i microrganismi che sono stati proposti come indicatori. Per indicarne uno nuovo è bene vedere:

1. similitudini fra indicatori e patogeni
2. correlazione
3. facilità d'uso
4. rappresentatività verso più tipi di patogeni

### 10.2.1 Coliformi

Gruppo di indicatori ormai quasi abbandonato, è un batterio che ha le caratteristiche più grossolane simili a quelle dell'E.coli. Se trovo un batterio che proviene dall'intestino umano nell'acqua, l'indicazione è sulla *contaminazione fecale*.

Questi batteri fermentano il lattosio con produzione di acido e gas (come E. coli). Adesso però cerchiamo subito l'Escherichia coli.

In genere indicano microrganismi appartenenti alla famiglia delle Enterobacteriaceae. Alcuni di questi non sono nemmeno di origine intestinale, ma ambientale → *coliformi totali*.

Se vogliamo solo i *coliformi fecali*, si opera pressione selettiva mettendo sali biliari nel terreno di crescita ed esponendo a 42 °C.

### 10.2.2 Streptococchi fecali o enterococchi

Cocchi gram positivi, sono anch'essi un gruppo eterogeneo. Sono capaci di crescere in presenza di Na.

Gli enterococchi sono più specifici per l'uomo (e quindi per E.coli) e più difficilmente si replicano nell'ambiente, ma sopravvivono di più rispetto ad E.coli. E.fecalis ed E.faecium sono le specie più frequentemente isolate nel tratto gastrointestinale → *contaminazione fecale*.

### 10.2.3 Clostridi solfito-riduttori

Sono bacilli baGram positivi e sono mobili, capaci di ridurre i solfiti a solfuri, ad esempio *C. perfringens*. Strettamente anaerobi.

Essi sono i più resistenti perchè formano *spore*: importanti quando vogliamo studiare la storia di un'acqua. Se l'acqua è contaminata in maniera intermittente, come quando piove, analizzando l'acqua potrei non trovare *E. coli* ed enterococchi, ma posso trovare i clostridi (anche se l'acqua potrebbe essere stata contaminata molto tempo fa).

Usiamo terreni a base di solfito in ambiente che contiene rame e ferro → si hanno colonie *nere*. Si fa uno strato di agar su cui si semina l'acqua e poi si copre con un altro strato di agar per ridurre la penetrazione di acqua.

### 10.2.4 Carica batterica totale

Indica il *numero di batteri*. Si ottiene seminando 1 mL di acqua in una piastra di agar, poi si mescolano agar ed acqua ad una temperatura tale da non uccidere i batteri (poco superiore a quella di solidificazione), poi si contano le colonie dopo l'incubazione a due temperature:

- 22 °C → microrganismi di origine ambientale
- 36 °C → microrganismi di origine umana od animale

Il dato si ricava in scala logaritmica in modo tale da avvicinarsi ad una distribuzione normale e fare analisi statistiche.

### 10.2.5 Salmonelle

Sono bacilli Gram negativi che fermentano il glucosio e producono idrogeno solforato.

Circa l'1 % delle persone è portatrice. Si trovano comunemente nelle acque e in misura maggiore rispetto agli altri batteri. Sono poco resistenti, quindi trovarle nell'acqua indica che la contaminazione è massiccia e recente: si ha una contaminazione fecale primaria (immissione diretta di acqua di scarico) o secondaria (dilavamento di suoli).

### 10.2.6 Pseudomonas Aeruginosa

È un bacillo Gram negativo diffuso nel suolo, nell'aria, nell'acqua e anche nelle feci.

Indicatore della contaminazione da parte di scarichi, è capace di usare substrati poveri e di colonizzare le reti idriche: riesce a produrre un biofilm

attaccato alle pareti, che è formato anche da miceti, alghe unicellulari, legati tutti insieme.

La presenza di *P. aeruginosa* è quindi legata all'*accumulo di biofilm* e non a contaminazione fecale.

Se trovato nelle acque minerali, allora ci sono problemi nello stabilimento di imbottigliamento.

### 10.2.7 Staphylococcus aureus

Cocco Gram positivo, circa il 20 % della popolazione lo ha nel naso o nella cute. La sua presenza indica una *contaminazione umana e scadenti condizioni igieniche*.

## 10.3 D.Lgs 2 febbraio 2001 n.31

Disciplina le acque trattate o non trattate per uso potabile; stabilisce i parametri microbiologici, chimici e di radioattività ai quali le acque devono sottostare.

Introduce la *ricerca di E. coli* al posto di quella dei coliformi e degli enterococchi al posto degli streptococchi fecali.

Contempla la ricerca di *Pseudomonas aeruginosa*.

Il limite è 0: non devono esserci questi batteri in 250 mL di acqua.

### 10.3.1 Parametri e valori di parametro. Allegato I D.Lgs. 31/01

La legge dice che si deve tenere sotto controllo la popolazione che si serve dell'acquedotto. Quanto più è grande la popolazione, tanto più frequenti dovranno essere i controlli da parte della ASL.

Il *controllo minimo* prevede la ricerca degli indicatori classici alle due temperature dette prima:

Sotto i 500 abitanti	controlli a discrezione
Tra 500 e 5000 abitanti	controlli minimi 6 volte l'anno
Tra 5000 e 10000 abitanti	controlli minimi 12 volte l'anno <sup>1</sup>
Oltre 1 milione di abitanti	controlli ogni giorno

Ci sono anche controlli accessori che si fanno occasionalmente: non sono obbligatori, si fanno solo se ritenuti utili.

In base ai valori di questi parametri progressivamente peggiori, si classificano le acque in 4 classi: *A1, A2, A3, A4*. Le acque A1 sono le più pure,

<sup>1</sup>di cui 6 sono i controlli minimi + carica microbica e gli altri 6 sono per i clostridi

le A4 non sono potabilizzabili a meno che non siano l'unica fonte di acqua per una popolazione che muore di sete.

## 10.4 I trattamenti

Non tutte le acque presenti in natura sono potabilizzabili. Le acque A1 vengono filtrate e vi si aggiunge un po' di cloro; le A3 richiedono prefiltrazione, preclorazione, filtrazione ecc.

### 10.4.1 Come possiamo potabilizzare un'acqua?

Alcuni esempi di potabilizzazione di un'acqua sono:

- Flocculazione : conglobamento delle particelle più piccole in fiocchi più grandi filtrabili, in modo da allontanare particelle non filtrabili o sostanze disciolte
- Filtrazione su carbone attivo : si usa la polvere di carbonfossile che raccoglie con molta avidità le sostanze organiche presenti nell'acqua

Le acque di rete non possono essere distribuite senza *disinfezione*: per proteggere le acque durante il loro percorso nelle reti idriche si utilizza il *Cloro*.

Le acque imbottigliate invece non devono assolutamente essere trattate per disinfezione ma solo per filtrazione! Non deve esserci nell'acqua troppo Fe o Ca o Mg, e per questo ci sono dei trattamenti speciali:

**Deferrizzazione o addolcimento** Il ferro ferroso deve diventare ferro ferrico (trivalente) in modo che precipiti e possa essere raccolto tramite filtrazione: per fare ciò aggiungiamo  $CO_2$  o  $O_2$ .

**Calce e soda** Per togliere il Ca, ovvero diminuire la durezza, si aggiunge *carbonato di calcio* (addolcimento) ottenendo  $2CaCO_2$  ed  $2H_2O$ .

Se è presente durezza permanente dovuta ai solfati, si aggiunge *carbonato di sodio* e si ottiene *soda* con precipitazione di calcio.

**Resine a scambio ionico** Raramente si possono eliminare Ca e Mg con delle resine a scambio ionico, che vengono scambiati con equivalenti ioni Na. Una volta finita la filtrazione però si rigenera la resina con un sale.

#### 10.4.2 Trattamento dell'acqua di mare

**Distillazione flash** Facendo il vuoto dentro un recipiente (ovvero diminuendo la pressione), l'acqua bolle a temperature inferiori. Il primo vapore viene fatto passare in serpentine che alimentano la temperatura di un secondo recipiente, stessa cosa nei vari recipienti per fare il vuoto in ognuno (e per ottimizzare la raccolta dell'acqua distillata).

Spiegando meglio: si ha una miscela liquida da separare, che viene riscaldata e vaporizzata in parte. La vaporizzazione può essere facilitata abbassando contemporaneamente la pressione del sistema in tutti i recipienti. La corrente liquido-vapore viene quindi immessa in un *separator* dal quale fuoriescono, in alto, i vapori che, condensati, andranno a costituire il *distillato*, mentre dal fondo si ottiene la fase liquida costituente il prodotto di coda o residuo. L'acqua distillata deve poi essere *arricchita di sali e di gas*.

**Osmosi** Quello che però vogliamo fare è proprio il contrario dell'osmosi. Vogliamo infatti togliere ioni da una soluzione → esercitiamo una pressione meccanica dalla parte in cui si trova la soluzione più concentrata, stimolando il passaggio del solvente attraverso la membrana semipermeabile. Le membrane devono essere molto resistenti e molto grandi.

Una variante è l'*elettrosmosi*: il movimento viene però favorito applicando delle cariche elettriche in modo che gli ioni si allontanino a seconda della polarità.

**Filtrazione** La filtrazione è di due tipi: lenta e rapida.

- Filtrazione lenta : prevede che ci siano delle vasche dove in fondo c'è la ghiaia, più sopra la sabbia a granulometria decrescente verso la superficie. L'acqua da filtrare viene fatta scendere a pioggia in questa vasca e subisce lo stesso processo di filtrazione che subirebbe nel terreno. Ne esce un'acqua limpida. Si verifica anche il fenomeno della *produzione del biofilm*: batteri, microalghe ecc si attaccano ai granuli di sabbia e si accrescono formando una membrana sulla superficie dello strato di sabbia.

L'acqua filtra piano perchè la membrana è ingente: dopo 2 giorni si allontana la sabbia superficiale e la risostituiamo. Non si usano questi filtri negli acquedotti

- Filtro rapido : serve una fase preliminare, o *flocculazione* con idrossido o solfato di alluminio; l'idrossido è in forma di fiocchetti gelatinosi bianchi. Permette di filtrare più velocemente e in modo massiccio

### 10.4.3 Clorazione

È il sistema di disinfezione più usato ed assicura un *effetto residuo*, cioè la capacità di mantenere il potere disinfettante anche lungo il sistema di disinfezione. Si basa sull'azione ossidante del cloro, usato come *cloro gassoso*, *ipoclorito*, *biossido di cloro*.

I composti di Cl dotati di potere ossidante rappresentano il *Cloro attivo*, che può essere *libero* (acido ipocloroso, ione ipoclorito) o *combinato* (clorammine, clorofenoli), cioè frutto delle reazioni con sostanze organiche ed inorganiche che danno origine a composti intermedi.

Le *clorammine* si formano per combinazione di acido ipocloroso ed ammoniacale.

Questi ultimi composti sono i responsabili di odori e sapori sgradevoli che assumono talora le acque clorate.

**Clorazione al break point** L'acqua contiene sostanze organiche: nel grafico, sulle y ho il cloro residuo e sulle x quello aggiunto. Essendo presenti sostanze organiche, se aggiungo cloro, esso viene consumato e si forma *cloro combinato*. La sua concentrazione, man a mano che aggiungo cloro, aumenta fino al punto in cui ulteriori aggiunte di Cl vanno ad ossidare anche il cloro residuo combinato: la sua concentrazione quindi diminuisce e si arriva alla fase di *break point*, in cui il cloro ha ossidato tutta la sostanza organica ed inorganica presente. Da adesso, aggiungendo altro cloro, aumenta il cloro residuo *libero*: questa tecnica serve a ridurre questi derivati organici del cloro, che sono tossici (appunto il cloro combinato).

**Biossido di cloro** È un ossidante ancor più energico del cloro che produce composti secondari del Cl, però è poco stabile e si deve produrre al momento.

### 10.4.4 Altri metodi di disinfezione

**Ozono** L'ozono può essere utilizzato per la disinfezione dell'acqua. Non è indenne da possibili prodotti secondari, e produce anche le aldeidi; un altro problema è che, essendo fortemente instabile, non può essere usato da solo.

È un ossidante energico, molto attivo contro i microrganismi, ma il costo di utilizzo è elevato.

**Raggi UV** Anche i raggi UV possono essere usati: sono molto attivi nei confronti di virus, batteri, forme vegetative, perchè compiono trasformazione fotochimica su DNA ed RNA. Vengono usati per disinfettare l'acqua che esce dalle fontanelle nelle zone montuose, dove di solito le acque sono limpide e



con buone caratteristiche organolettiche, ma è possibile che gli altri parametri non siano in regola.

Sono prodotti da lampade a vapori di mercurio immerse direttamente nell'acqua. Essendo scarsamente penetranti, possono essere usati solo in acqua limpida e in strato sottile. Non hanno potere residuo.

Il loro utilizzo è consigliabile insieme ad un trattamento di cloro residuo se deve essere messo in rete.

## 10.5 Acque superficiali utilizzate a scopo potabile

Bastano una prefiltrazione, una filtrazione ed una clorazione. In genere i trattamenti destinati a queste acque sono piuttosto complicati. Per un'acqua più complessa servono trattamenti più complessi.

In Toscana non ci sono acque superficiali A1, ma solo A2 o A3 → i trattamenti da fare per potabilizzare le nostre acque sono complessi.

Le *acque minerali propriamente dette* sono quelle che hanno caratteristiche terapeutiche. Per metterle in commercio serve l'autorizzazione del Ministero della Salute. Quelle più comuni invece sono le *acque oligominerali*, che sono diuretiche.

**Decreto legislativo n 339** Stabilisce quali sono le acque destinate al consumo umano che vengono da sorgente o minerali.

Le acque imbottigliate *non possono* essere trattate chimicamente. Devono essere pure alla fonte, al massimo filtrate.

Le acque minerali non possono subire *alcun* trattamento, nemmeno fisico: l'acqua alla fonte è quella che viene imbottigliata e deve essere microbiologicamente pura e contenere determinate sostanze. L'acqua ha una scheda di presentazione dalla quale non può deviare.

Un'acqua piatta (senza  $CO_2$ ) ha una più alta carica microbica: la  $CO_2$  infatti abbassa il pH dell'acqua e la rende praticamente sterile. Nel tempo, la carica microbica di un'acqua minerale aumenta nei primi giorni, poi diminuisce e poi riaumenta, perchè alcuni microrganismi che si nutrono catabolizzando quelli morti ricominciano a riprodursi. Poi la carica cade di nuovo e l'acqua si sterilizza (tutto ciò in un paio di mesi).

Definisce inoltre le *acque di sorgente*: sono acque destinate al consumo umano, allo stato naturale e imbottigliate alla sorgente, che avendo origine da una falda, provengano da una sorgente con una o più emergenze naturali o perforate.

## 10.6 Acque utilizzate a scopo di balneazione

La qualità delle acque superficiali destinate alla balneazione in Toscana: quelle controllate sono quelle attualmente usate per l'approvvigionamento (ad esempio Arno che approvvigiona Firenze). Non tutte le province sono approvvigionate allo stesso modo, anzi alcune hanno pochissime fonti di approvvigionamento.

**Direttiva 2006/7/CE** Per le acque di balneazione si applica l'*analisi del rischio*: si valuta il rischio, si stabiliscono le misure di controllo e si comunica il rischio (per le acque potabili invece si continua a parlare del controllo dell'acqua che esce).

Ci sono sia quelle trattate (piscine) che quelle non trattate (mare, fiume, lago). I parametri analizzati sono: E.coli ed Enterococchi.

Ai pesticidi si attribuisce una quota importante dell'accrescimento dei tumori.

### 10.6.1 I reflui

I reflui possono essere di tre tipi:

1. Reflui civili : la composizione e le sostanze presenti sono sempre le stesse. Derivabili da scarico gabinetto. tensioattivi come detersivi, poche sostanze tossiche e prevalentemente sostanze biodegradabili
2. Reflui industriali : vengono immesse sostanze non biodegradabili
3. Reflui agricoli : scarichi delle stalle e dilavamento dei suoli. Anche i fitofarmaci come pesticidi, erbicidi. Il problema maggiore è che contaminano l'ambiente

Ci sono limiti di scarico per i reflui civili e industriali: con la *legge di Merli* siamo passati a valutare la qualità delle acque in quanto tali. In particolare, vengono prese in esame le sostanze tossiche, i nitrati, le sostanze azotate o i fosfati perchè essi sono dei nutrienti importanti, e furono introdotti limiti per i reflui industriali.

Gli scarichi civili sono costituiti prevalentemente da sostanze organiche: i saprofiti ambientali si nutrono di queste sostanze purchè biodegradabili.

Dobbiamo distinguere il tipo di metabolismo che questi microrganismi attuano:

1. Aerobi: se l'acqua è ben ossigenata loro sono avvantaggiati. Le proteine sono scisse in aa, gli aa vengono ossidati → si forma ammoniacca, poi

nitriti e infine i nitrati (per lo zolfo ottengo i solfati, per il fosforo i fosfati)

2. Anaerobi: se l'acqua non è ossigenata. Si arriva ad ammoniaca,  $H_2S$ , fosfine perchè per fare i solfati/fosfati/carbonati serve l' $O_2$

Con il metabolismo anaerobio è più lento e difficoltoso arrivare in fondo: si preferisce quindi attuare processi aerobi sul liquame.

I liquami vengono quindi convogliate nelle fognature, che possono essere statiche o dinamiche:

- Fognature statiche : fosse settiche l'acqua rimane lì col liquame. Il liquame viene sedimentato, comincia il processo di degradazione della parte solida e viene convertita in acqua
- Fognature dinamiche : possono essere *miste* o *separate*. Le miste consistono in fognature con liquami (acque nere), acqua di cucina e acque di pioggia (acque chiare). Non se ne trovano più perchè il problema è che quando piove cambia la portata e la concentrazione dei liquami. Le separate sono fatte da due canalizzazioni diverse, una per le acque nere ed una per le acque bianche

Le acque bianche non seguono lo stesso percorso di depurazione delle acque nere: le acque nere/miste vanno ai sistemi di depurazione dei liquami.

### 10.6.2 Impianto a fanghi attivi

Il liquame arriva nelle fognature, che si trovano sottoterra, viene portato in alto (*sollevamento*) verso delle griglie, sistemi con maglie più o meno strette: la prima griglia è larga, la seconda più stretta (sempre nell'ordine di qualche mm). Servono per trattenere le particelle solide più grossolane e vengono periodicamente pulite con pettini: il raccolto viene trattato come rifiuto organico. Poi desabbiatura ed allontanamento degli oli e dei grassi (disoleatura) e *sedimentazione primaria*: si separano i liquidi dai solidi sospesi. Si formano i **fanghi primari** e una parte liquida che va nella vasca successiva, o *vasca di areazione/ossidazione*, che è il vero e proprio nucleo della depurazione dei liquami. Vengono quindi attuate le reazioni aerobiche.

Otteniamo così un *fiocco di fango attivo* con dei protozoi: i batteri *filamentosi* formano un reticolo, i batteri *zoogliali* invece formano un FIOCCO di fango attivo in cui intervengono anche i Protozoi: *sessili*, cioè attaccati al fiocco, *mobili di fondo*, che hanno ciglia che permettono loro di muoversi sul fiocco, e i *natanti*, che possono essere anche flagellati. I protozoi mangiano

i batteri e i batteri mangiano la sostanza organica. Qui si parla di **fanghi secondari**

Analizzando la presenza dei protozoi, se predominano i ciliati (soprattutto sessili e mobili di fondo) il fango è buono.

A questo punto il liquame viene passato nella vasca successiva, la *vasca di sedimentazione primaria*: tanto più il processo ha funzionato bene, tanto più i fiocchi sedimentano. La componente liquida è depurata e viene poi sottoposta a trattamenti terziari, come la clorazione, mentre il sedimento adesso contiene una componente organica che deve essere smaltita. Si usano due vie di *smaltimento*: aerobia ed anaerobia.

La via di smaltimento *aerobia* prevede l'areazione dei fanghi, dalla quale otteniamo il surnatante ed il fango digerito, e la successiva *disidratazione* con calce o su letti di essiccamento a sabbia o con bandopresse e centrifughe.

La via di smaltimento *anaerobia* prevede il passaggio del fango recuperato dalla vasca di sedimentazione secondaria in *digestori*, in cui avvengono processi di putrefazione (fermentazione acida). Poi si ha disidratazione.

**$BOD_5$**  Biological oxygen demand 5 days. La misura del fabbisogno di ossigeno è indirettamente la misura della forza del liquame, e si misura in vario modo: sempre comunque dando molto ossigeno al liquame, si misura la quantità di ossigeno, si fanno avvenire i processi aerobici in bottiglie e dopo 5 giorni si rimisura la quantità di ossigeno. La differenza tra questi due valori mi dà il  $BOD_5$ . In 5 gg oltre il 90 % di ossigeno necessario ai batteri per ossidare la sostanza organica presente nel liquame è stato utilizzato.

**COD** Richiesta chimica di ossigeno. Le sostanze che posso ossidare in maniera biologica possono essere ossidate anche in maniera chimica. Misuro l'ossigeno necessario tramite *titolazioni*.

Il rapporto tra BOD e COD mi dà la proporzione di sostanze biodegradabili in funzione delle sostanze ossidabili. È molto importante che queste sostanze non vengano immesse in degradazione dei liquami.

**Fossa settica** Fanghi primari, non purificati, e secondari, quindi parzialmente purificati. Questa miscela liquida deve essere ancora purificata: si può fare in vari modi →riossidazione, trattamento con sostanze chimiche, trattamenti in anerobiosi. I fanghi così trattati riducono il loro volume, ma hanno sempre una componente solida che si separa dalla liquida per disidratazione →i fango rimane in superficie.

**Nastropressa** Il fango viene messo in un tubo che filtra acqua e mantiene il fango → *purificazione dell'acqua*. Il fango risultante ha l'aspetto del terriccio sia come consistenza che come odore → si usa in agricoltura in aggiunta alla produzione di compost.

## 11 Inquinamento dell'aria

L'aria è una miscela di gas che circonda la terra, costituita dal 78 % di azoto, 21 % di ossigeno e da altri gas in quantità inferiore.

Nella *troposfera* (10 km dal suolo) si formano fenomeni meteorologici, quindi è lo strato dell'atmosfera che ci interessa di più.

La *stratosfera* si trova sopra la troposfera, fino a 150.000 metri, funge da filtro per la radiazione ultravioletta cancerogena per la cute.

La temperatura di queste zone è variabile: a livello del suolo è vicina alla  $T$  della crosta terrestre. L'aria a contatto con il suolo tende a salire e man a mano che sale la  $T$ , scende fino ad un certo punto. Nella stratosfera comincia a risalire e raggiunge  $T$  molto elevate.

La temperatura è importante perchè la densità dell'aria è in funzione di essa.

Il *vapore acqueo* che deriva dall'evaporazione delle acque superficiali e dal suolo sale fino ad incontrare strati di aria fredda, dove condensa. A  $T$  maggiori, l'aria contiene più vapore.

**Umidità** L'*umidità massima* dipende dalla temperatura.

L'*umidità assoluta* è quella realmente presente e se viene rapportata con l'umidità massima si ottiene l'*umidità relativa*.

**Inversione termica** Per particolari condizioni come elevata umidità, che crea delle zone di interruzione del flusso di calore, il freddo invece di essere in alto è più vicino al suolo → inversione termica. L'aria fredda, essendo più densa, non riesce a salire e si crea la nebbia.

### 11.1 Tipi di inquinamento

L'inquinamento atmosferico è definito come *ogni modificazione della normale composizione chimica o dello stato fisico dell'aria dovuta alla presenza di una o più sostanze, in quantità e con caratteristiche tali da alterare la salubrità e costituire un pericolo per la salute pubblica*.

Si distinguono vari tipi di inquinamento:

- Inquinamento atmosferico urbano : la maggiore fonte è il traffico veicolare, mentre in misura minore contribuiscono il riscaldamento degli insediamenti civili e le emissioni delle zone industriali
- Inquinamento industriale : dipende dal tipo di industria, ad esempio nella metallurgia si operano combustione, nella petrolchimica si hanno esalazioni

Gli agenti inquinanti si fermano al suolo quando c'è nebbia. Avvengono infatti delle *reazioni fotochimiche* quando il sole colpisce la nebbia impregnata di agenti inquinanti. Le piogge lavano l'aria e trascinano gli inquinanti dall'aria al suolo.

## 11.2 Fonti dell'inquinamento atmosferico urbano

Le fonti che hanno maggiore importanza sono:

- Fonti puntiformi
- Fonti areali (tutta la città)
- Fonti lineari (ad esempio l'autostrada che passa in mezzo alla campagna)

I principali inquinanti sono distinti in *inquinanti convenzionali*, come il biossido di zolfo, il monossido di carbonio, il biossido di azoto, l'ozono, e *inquinanti non convenzionali*, come le polveri fini, il benzene e gli idrocarburi policiclici aromatici.

### 11.2.1 Monossido di carbonio $CO$

Il  $CO$  origina dalle combustioni incomplete (nelle complete infatti si originano acqua e biossido di carbonio) ed è pericoloso perchè si sotituisce alla  $CO_2$  nell'emoglobina. La maggior fonte di emissione antropica è il traffico veicolare.

### 11.2.2 Biossido di zolfo $SO_2$

Era il principale inquinante nello smog di Londra. Si origina dai combustibili fossili e dalla componente sulfurea del carbonio.

È irritante per occhi, gola e vie respiratorie. In atmosfera è ossidato a triossido di zolfo, che in presenza di umidità è convertito in acido solforico.

### 11.2.3 Biossido di azoto $NO_2$

Si origina da reazioni che si creano durante la combustione fra O ed N dell'aria. Le alte temperature dovute alle combustioni fanno reagire questi due atomi che producono  $NO_2$ , che può andare a formare acido nitrico e nitroso ed ulteriori acidi. È un gas tossico, irritante per le mucose.

### 11.2.4 Ozono $O_3$

Protegge dai raggi ultravioletti (*ozono stratosferico*) o è un effetto delle reazioni fotochimiche dell'aria (*ozono troposferico*). L'ozono troposferico è un gas bluastro dall'odore pungente. Deriva anche dal traffico veicolare.

### 11.2.5 Polveri sottili

Ce ne sono di vari tipi:

- Polveri con diametro inferiore a  $5 \mu m$  : possono raggiungere gli alveoli polmonari
- Polveri con diametro fra 5 e  $10 \mu m$  : sono considerate un cancerogeno perchè riescono ad arrivare nei bronchi o nei polmoni
- Polveri con diametro tra 10 e  $30 \mu m$  : vengono inalate, ma non respirate e quindi non arrivano ai
- Polveri tossiche : polveri di città che contengono idrocarburi policiclici aromatici, silice
- Polveri infettive : si creano dove ci sono molti animali, si sollevano tramite le polveri secrete da questi animali
- Polveri inerti : non hanno effetto specifico ma vanno comunque ad aggravare l'apparato respiratorio

### 11.2.6 Benzene

Fa parte degli inquinanti non convenzionali. Si trova nelle benzine verdi al posto del piombo e quello nell'atmosfera deriva più che altro da combustioni di veicoli a motore, o da emissioni vulcaniche e incendi boschivi. È una sostanza cancerogena di classe I, in grado di produrre varie forme di leucemia. È presente anche nelle sigarette.

### 11.2.7 Diossine e furani

Si formano in tracce della produzione di altri composti chimici come i fenoli clorurati e i loro derivati, eteri di difenile clorurati e difenili policlorurati e dalle combustioni.

Una volta prodotte, le diossine vanno nell'aria e ricadono al suolo o nelle acque e vi si accumulano, perchè sono lipofile → si accumulano anche nel grasso animale (carne, mozzarella) → *catena trofica di trasporto delle tossine*.

## 11.3 Normativa italiana

La prima legge in Italia risale al 1985 e divideva la nazione in varie aree a seconda delle condizioni di inquinamento generali ; ad esempio, l'area A era quella delle metropoli e in queste zone venivano regolamentati i combustibili ad elevato tenore di zolfo.

La normativa attualmente in vigore in Italia è quella del 1988 ed è stata poi inserita nella legge del 2006: si basa sul *controllo della qualità dell'aria in modo continuativo* : rilevazioni dell'inquinamento che vengono svolte in varie aree vengono confrontate con *valori limite* (tassativamente da non superare) e con *valori guida* (non sono imperativi ma servono per indirizzare verso un miglioramento, da non superare in prospettiva).

I *livelli di attenzione ed allarme* si usano prima di raggiungere i valori limite e servono a prendere misure di prevenzione. Sono utilizzati nelle zone urbane e riguardano l'esposizione della popolazione.

Gli *obiettivi di qualità* sono volti alla salute a lungo termine e prevedono di scendere sotto i valori guida.

L'evoluzione della normativa italiana ha seguito quella europea: ci sono stati cambiamenti dei valori limiti e delle sostanze da tenere sotto controllo. C'è stato in questo ambito un enorme sviluppo di studi epidemiologici.

Si sa che l'inquinamento atmosferico influisce su molte malattie gravi, ma ancora non si conoscono gli effetti dell'inquinamento sulla cellula e in particolare sul DNA.

### 11.3.1 Interventi previsti

Riguardano le emissioni industriali e il traffico veicolare. Si controllano le emissioni delle industrie in base al loro ciclo produttivo, le loro ciminiere devono essere costantemente controllate per ridurre le emissioni (politiche per riduzione inquinamento). Si promuove il trasporto pubblico e si limita il traffico (ad esempio con targhe alterne).



Nelle misure di prevenzione, anche le barriere naturali aiutano moltissimo, come l'ozono stratosferico.

Anche sistemi di abbattimento di inquinanti (ad esempio con filtri) come i nitrati, i solfati: esiste il *filtro a pioggia*, che fa cadere della pioggia contro corrente all'uscita del fumo. I fumi son pieni di particelle di polvere che vengono umidificate dall'acqua → i fumi veicolano molte sostanze tramite le loro polveri.

Si usano anche *cycloni*, in cui il fumo viene inserito in recipienti in cui viene impresso un movimento vorticoso che proietta sulle pareti, per forza centrifuga, le polveri del fumo; queste sono poi prelevate con dell'acqua.

Infine si usano *filtri elettrostatici*, ovvero piastre caricate elettricamente che attraggono le particelle.

## 11.4 Inquinamento indoor

Quello degli ambienti chiusi, non si intendono le fabbriche, ma gli ambienti di civile frequentazione.

Se apro le finestre dove c'è inquinamento atmosferico elevato, è facile inquinare l'abitazione. A volte però l'ambiente interno è più inquinato dell'esterno: basti pensare anche solo alla presenza dei vari mobili; le poltrone imbottite nelle sale convegni anche contengono tantissimi inquinanti (tipo quella dove sono seduta io adesso), gli zaini, i vestiti, prodotti con solventi inquinanti che poi vengono rilasciati. Sono dannosi anche i prodotti per la pulizia. Il più inquinante in assoluto come non citarlo: il fumo di sigaretta indoor! Anche la sostanza naturale dal suolo è parte dell'inquinamento indoor.

## 12 Igiene del lavoro

Ha il fine di salvaguardare e tutelare la salute fisica e psichica di qualsiasi prestatore d'opera. Cerca di puntualizzare le condizioni e le cause attraverso cui una certa attività lavorativa può giungere a compromettere l'integrità fisica o psichica del lavoratore con lo scopo di eliminarle.

I rischi nell'ambito lavorativo possono essere di vari tipi:

- Psicosociali : stato di salute ed età del lavoratore
- Chimici : sostanze tossiche
- Biologici : microrganismi e tossine
- Fisici : radiazioni, rumori, temperature

- Biomeccanici : sforzi fisici, rischi psicofisici in base a stress e disagio

Ci sono malattie professionali, strettamente legate al lavoro, altre invece possono essere contratte anche in altro modo ma comunque spesso sono provocate dal lavoro. Ci sono anche malattie distinte dagli infortuni.

La prima legge che ha inquadrato l'igiene del lavoro è stato il *decreto 76/1994*, poi l'81 e 82: per il decreto 81, il datore di lavoro è responsabile dei dipendenti. Le misure di prevenzione sono tanto più efficaci quanto più sono lontane dai lavoratori. Si distinguono:

- Misure collettive, come vaccinazioni
- Misure individuali, ovvero per il singolo lavoratore. Ne sono un esempio dispositivi di protezione individuale (DPI) → guanti, camice, mascherine, occhiali, cuffie, maschere

## 13 Inquinamento del suolo

Dovuto da vari fattori come scarichi di acque inquinate immesse nel suolo o acque di laghi/fiumi contaminati. Il veicolo principale quindi è *l'acqua*.

Può avere vari tipi di conseguenze sugli ecosistemi:

- Cambia la natura chimica del suolo
- Cambiano i microorganismi presenti
- Cambiano le piante presenti

Ripercussioni a catena di tipo ecologico e biologico. Ci interessa prevalentemente la *possibilità di effetti sulla salute dell'uomo*. La salute può essere condizionante sia attraverso gli alimenti (piante contaminate mangiate o da noi o dagli animali che mangiamo). A seguito della contaminazione si possono avere vari effetti che dipendono da:

- Quali contaminanti
- Che tipo di contaminazione
- Durata dell'esposizione alla contaminazione
- Fattori genetici

### 13.1 Accumulo dei rifiuti solidi

Rifiuti solidi sono oggetti/materiali che perdono la loro funzione originaria e che diventano sostanze di scarto che devono essere eliminati.

Possono essere *organici* o *inorganici*. Sono in parte assimilabili ai liquami solidi che derivano dal trattamento di fanghi.

**Rifiuti organici** Sono biodegradabili, non si accumulano nel suolo, anzi il suolo contribuisce a smaltirli. Possono portare ad infezioni da parte di miceti o altri microrganismi ambientali. La contaminazione quindi può essere data dalle spore fungine → pericolo microbiologico.

C'è anche il *pericolo chimico*: questi rifiuti derivano dalle abitazioni (cucina, pulizie di casa ecc) e hanno però la caratteristica di essere biodegradabili → possibilità di smaltimento attraverso sistemi di bio-ossidazione o trattamento anaerobio che portano alla formazione di prodotti riutilizzabili. Avandoli, si ottiene il *compost*: le reazioni sono esotermiche ed il compost si riscalda (via aerobia).

La via anaerobia perdeva non il riscaldamento, ma la produzione di biogas.

**Rifiuti chimici** Carta (biodegradabile) e materiali non biodegradabili (plastica, vetro, lattine), i quali persistono per lungo tempo nell'ambiente. Questi rifiuti possono rilasciare diossine per combustione, oppure contenere sostanze tossiche che vengono dilavate con le piogge e portate quindi nel sottosuolo. Possono anche rappresentare un'attrazione per gli animali (così come il rifiuto organico che si putrefà).

### 13.2 Smaltimento

Per questi rifiuti urbani esistono mezzi di smaltimento come la raccolta differenziata, compostaggio (sistemi aerobi ed anaerobi), recupero della plastica/vetro e riutilizzo per la produzione di altra plastica/vetro.

Viene recuperata una quantità notevole di rifiuto (60 %).

Quello che non viene recuperato (rifiuto indifferenziato) deve essere comunque raccolto e smaltito. Si usano i termovalorizzatori (inceneritori -.-)

Nelle *discariche*, i rifiuti vengono disposti in strati, ognuno dei quali viene ricoperto con terra → condizioni di anaerobiosi → ci sono dei tubi che entrano nelle discariche e raccolgono gas. Si forma anche percolato che viene inviato allo smaltimento dei liquami.

Anni fa tutti i pozzi di Torino furono chiusi perchè ci trovarono un potente diserbante! Fu deciso di modificare il limite di tollerabilità per questo diserbante, così si poteva usare quell'acqua. In realtà fu possibile perchè un minimo di aggiustamento di queste variabili è sempre tollerabile.

C'è comunque la necessità della *bonifica* dei suoli: si possono usare anche microrganismi che hanno particolare interesse per certe sostanze.

## 14 Alimenti

L'alimentazione deve sottostare a varie regole: gli alimenti devono fornirci l'energia e le sostanze plastiche per la crescita delle cellule di cui abbiamo bisogno.

Un alimento per poter soddisfare alla sua finalità, è in genere composto di sostanze diverse. Sono definiti *alimenti semplici*; quelli complessi sono formati da più alimenti semplici.

L'alimento deve essere *nutrizionalmente adatto*: la dieta mediterranea è la più sana sia dal punto di vista nutrizionale che organolettico.

L'alimento può essere fonte di contaminazione ed infezione: può essere anche veicolo di sostanze tossiche. Anche la *conservazione* è importante: l'alimento deve scadere dopo un po', quindi sono importanti le tecniche per mantenerne integro l'alimento, come la conservazione sottovuoto o in atmosfera modificata.

Un alimento deve quindi avere:

1. Qualità organolettica
2. Qualità nutrizionale
3. Qualità tecnologia
4. Qualità igienico-sanitaria

### 14.1 Pericoli chimici

Possono essere di *origine biologica* o no (*sostanze xenobiotiche*, di natura endogena o no. Consideriamo le tossine presenti nell'alimento in quanto tale (funghi o pesci, il pesce palla, che produce la tetrodotossina, una tossina estremamente velenosa).

Le *micotossine* sono derivanti dalle muffe/miceti: sono una problematica importante perchè le muffe crescono un po' ovunque, soprattutto nei semi oleosi (arachidi, mandorle). Le più famose sono le *afatossine* prodotte dai

miceti *Aspergillus*: sono cancerogene e si trovano sia nelle arachidi, nelle mandorle che nei cereali (perchè stanno nei *silos*, dove vengono accumulati i cereali).

Le *tossine batteriche* vengono prodotte all'interno dell'alimento → intossicazioni alimentari o *tossinfezioni alimentari*: il patogeno è cresciuto fino a concentrazioni che lo hanno fatto diventare tossico.

Le *biotossine algali* sono di varia natura e diventano pericolose se vengono accumulate in molluschi lamellibranchi. Provocano varie sindromi, dalla diarrea alla neurotossicità, anche risposta simil-allergica.

Ci sono pericoli chimici che ricorrono nella *produzione dell'alimento*, come i pesticidi (protezione primaria), l'inquinamento ambientale (piombo, arsenico ecc - metalli pesanti in generale), gli additivi alimentari (es affumicatura → il fumo può contaminare l'alimento, oppure i coloranti, oppure il Glu che si trova nei dadi: se è concentrato in un punto, quindi non omogeneamente distribuita, può essere tossico). Anche il confezionamento può portare sostanze chimiche dannose.

## 14.2 Pericoli microbiologici

Possono essere microrganismi derivati dall'uomo, dagli animali o dall'ambiente.

*E. coli* VCT: producono le stesse tossine delle schigelle ???

Un certo numero di microrganismi patogeni sono *C. Botulinum*, *B. Cereus* che derivano dall'ambiente.

## 14.3 Contaminazione

L'alimento subisce una serie di passaggi prima di essere disponibile. La contaminazione può coinvolgere anche color che lavorano nel campo *contaminazione crociata*.

## 14.4 Filiera alimentare

**Origine** zoonosi, acque infette, contaminazione del suolo.

**Raccolta o macellazione** Contaminazione crociata, dell'acqua e dell'uomo.

**Preparazione (trattamenti)** Contaminazioni di utensili e superficie, manipolazione e trattamenti inadeguati.

**Conservazione e distribuzione** Contaminazioni crociate, ambientale, vettori, roditori. Se non conservo l'alimento nel modo giusto e all'interno ci sono batteri che si replicano spontaneamente, essi potrebbero proliferare enormemente. È vitale sia la temperatura che il tempo: a seconda del tempo che passa, aumenta enormemente la carica microbica.

**Vendita o ristorazione** Contaminazione umana (es chef) e crociata.

**Consumatore** Soprattutto colui che cucina: con la legge sull'autocontrollo, è diminuito il numero di casi di malattia legata a bar/ristoranti/aziende, ma non per l'alimentazione domestica, anzi questo è in aumento e sta cambiando.

#### 14.4.1 HACCP

Questa metodologia individua i rischi per la salute e le misure da adottare in ogni fase della filiera alimentare. Se i rischi sono superiori all'accettabile, si deve intervenire subito. Sistema inventato dalla NASA per le missioni spaziali. Dal 1997 fa parte della legge.

I rischi vanno innanzitutto *percepiti!!!*

## 15 Igiene applicata

Ci si occupa dell'*analisi del rischio*, un processo composto da:

1. Valutazione del rischio: capire entità e gravità del rischio
2. Controllo del rischio
3. Comunicazione del rischio: non è pensabile di gestire un rischio senza una comunicazione

L'analisi del rischio serve alla prevenzione, partendo dall'ambiente, dalle matrici, da una situazione rilevabile anche in assenza di casi di malattia. L'epidemiologia invece si basa sull'esistenza di casi di malattia. L'analisi del rischio è alla base della prevenzione primaria.