

ESTUDI I PREVENCIÓ DEL TÈTANUS

Autora: Anaïs Besa Selva

Tutora: Glòria Gorchs

Centre: INS Pere Fontdevila

AGRAÏMENTS

Aquest treball ha estat possible gràcies a la col·laboració desinteressada de diverses persones, ja siguin de l'àmbit en el qual està enfocat el treball o simplement familiars o amics.

Per una banda, voldria agrair l'ajuda de la meva tutora Glòria Gorchs per a encaminar-me durant el meu treball i aconsellar-me sobre la seva estructura i contingut.

També voldria agrair especialment a la doctora M^a Àngels Calvo Torras i a tot el seu equip del departament de la facultat de Veterinària de la UAB per tota l'ajuda que m'ha proporcionat. Gràcies a ells he pogut fer totes les pràctiques al laboratori, no només perquè m'han organitzat i ajudat a realitzar-les, sinó també pel fet de haver-me deixat les instal·lacions on dur-les a terme.

Per altra banda, voldria agrair també l'escola Anunciata per a deixar-me fer la xerrada de primers auxilis als seus alumnes.

Finalment, agrair a la meva família i amics per el seu suport durant tot aquest temps en que he dut a terme aquest treball de recerca.

Gràcies a tots ells aquest treball pot ser el que és ara, així que moltes gràcies a tots.

ÍNDEX

INTRODUCCIÓ AL TREBALL.....	5
PART TEÒRICA.....	7
1. INTRODUCCIÓ A LA MICROBIOLOGIA	7
1.1 INICI DE LA MICROBIOLOGIA	7
1.2 DEFINICIÓ DE MICROBIOLOGIA.....	8
2. ELS BACTERIS.....	9
2.1 CARACTERÍSTIQUES I ESTRUCTURA DELS BACTERIS.....	10
2.2 FORMES DE VIDA DELS BACTERIS	11
2.3 MORFOLOGIA BACTERIANA.....	12
2.4 IDENTIFICACIÓ DELS BACTERIS	16
3. LA MALALTIA DEL TÈTANUS.....	18
3.1 HISTÒRIA DEL TÈTANUS	18
3.2 DEFINICIÓ DE LA MALALTIA DEL TÈTANUS	21
3.3 EL GÈNERE CLOSTRIDIUM.....	23
3.3.1 CARACTERÍSTIQUES.....	24
3.4 DEFINICIÓ DE CLOSTRIDIUM TETANI	26
3.5 TIPUS I MANIFESTACIONS DEL TÈTANUS.....	26
3.5.1 EL TÈTANUS GENERALITZAT	26
3.5.2 EL TÈTANUS LOCALITZAT	30
3.6 DIAGNOSI	32
3.7 TRACTAMENT	33
3.8 PREVENCIÓ.....	35
3.8.1 LA VACUNA ANTITETÀNICA.....	35
3.9 PROFILAXI	38
3.9.1 EL MANEIG QUIRÚRGIC	38
3.9.2 IMMUNITZACIÓ ACTIVA O VACUNACIÓ	39
3.9.3 IMMUNITZACIÓ PASSIVA.....	40
3.10 EPIDEMIOLOGIA	40
3.11 CONSEQÜÈNCIES I MALALTIES DERIVADES	41
4. ELS ANTIBIÒTICS	44

4.1 DEFINICIÓ.....	44
4.2 MECANISMES I TIPUS D'ACCIÓ	46
4.3 ESPECTRE D'ACCIÓ.....	48
4.4 RESISTÈNCIA BACTERIANA ALS ANTIBIÒTICS.....	49
4.5 EFECTES ADVERSOS I CONTRAINDICACIONS.....	50
PART PRÀCTICA.....	52
1. INTRODUCCIÓ A LA PART PRÀCTICA.....	52
2. RESISTÈNCIA DEL GÈNERE CLOSTRIDIUM DAVANT	53
DIVERSOS ANTIBIÒTICS	53
2.1 PLANTEJAMENT I INTRODUCCIÓ	53
2.2 RECUPERACIÓ DE <i>CLOSTRIDIUM</i>	53
2.2.1 MATERIAL	54
2.2.2 PROCEDIMENT.....	54
2.3 REALITZACIÓ DE L'ANTIBIOGRAMA.....	66
2.4 RESULTATS.....	69
2.5 CONCLUSIONS	76
3. EXPERIMENT AMB L'ARTÈMIA SALINA.....	78
3.1 PLANTEJAMENT I INTRODUCCIÓ	79
3.2 PROCEDIMENT DE L'EXPERIMENT	80
3.2.1 MATERIAL	80
3.2.2 PROCEDIMENT.....	80
3.3 RESULTATS OBTINGUTS.....	82
3.4 CONCLUSIONS	85
4. XERRADA DE PRIMERS AUXILIS.....	87
4.1 INTRODUCCIÓ	87
4.2 DESENVOLUPAMENT DE LA XERRADA	87
4.2.1 QÜESTIONARIS	87
4.2.2 CONCLUSIONS DE LES RESPOSTES DELS ALUMNES DE 6É DE PRIMÀRIA DE L'ESCOLA ANUNCIATA.....	92
4.2.3 CONCLUSIONS DE LES RESPOSTES DELS ALUMNES DE 4RT D'ESO DEL IES PERE FONTDEVILA	93
4.2.4 CONCLUSIONS GENERALS DELS QÜESTIONARIS	94

4.2.5 EXPLICACIÓ TEÒRICA.....	96
4.3 VALORACIÓ DE L'ALUMNAT	104
4.4 CONCLUSIONS DE LA VALORACIÓ DE L'ALUMNAT.....	105
5. CONCLUSIONS GENERALS DEL TREBALL.....	107
GLOSSARI.....	108
6. MÈTODES, PREPARACIÓ I PROVES REALITZADES	108
6.1 PREPARACIÓ DELS MEDIS DE CULTIU.....	108
6.1.1 MATERIAL	109
6.1.2 PROTOCOL	109
6.2 TINCIÓ DE GRAM.....	109
6.2.1 MATERIAL	110
6.2.2 PROTOCOL A SEGUIR	111
6.3 MÈTODES DE SEMBRA EN PLACA	112
6.3.1 SEMBRA PER EXTENSIÓ.....	112
6.3.2 PROTOCOL	112
6.4 PROVA API 20A.....	113
6.4.1 INTRODUCCIÓ I OBJECTIU DE LA PROVA	113
6.4.2 INICI.....	113
6.4.3 COMPOSICIÓ DE LA PROVA	113
6.4.4 PRECAUCIONS D'UTILITZACIÓ.....	114
6.4.5 CONDICIONS D'EMMAGATZEMATGE.....	115
6.4.6 MOSTRES. RECOLLIDA I PREPARACIÓ.....	116
6.4.7 MÈTODE D'ÚS.....	116
6.4.8 LECTURA I INTERPRETACIÓ.....	118
7. BIBLIOGRAFIA	123
7.1 PÀGINES WEB.....	123
7.2 LLIBRES	126

INTRODUCCIÓ AL TREBALL

Les malalties infeccioses són problemes amb els quals convivim dia a dia, ja que ocasionen arreu del món aproximadament 13,3 milions de morts cada any, és a dir, un 25% de morts a nivell mundial. Es posicionen com a segona causa més freqüent de mort, ja que la primera causa de mortalitat recau en les malalties cardiovasculars, amb un 31%.

Tot i això, les infeccions són la primera causa de mort durant la infància o la joventut, i la principal responsable de pèrdua d'anys de vida per discapacitat. En els països en desenvolupament, aquestes infeccions representen el 43% de les morts. Cada hora moren més de 1500 persones per aquestes malalties, la meitat de les quals són nens més petits de cinc anys. Més del 90% de les morts per causa de malaltia infecciosa es deuen a una sèrie concreta de problemes: infeccions de les vies respiratòries, tuberculosi, xarampió, etc. 0,4 milions de persones d'aquests 13,3 milions moren a causa del tètanus, el qual en alguns casos puntuals pot derivar en parada cardíaca, altres problemes greus o fins i tot produir la mort.

A part de la parada cardiorespiratoria causada per la malaltia del tètanus, la mort sobtada és considerada una causa de mortalitat molt freqüent arreu del món, la qual s'engloba en el 31% de mortalitat per malalties cardiovasculars comentada anteriorment. Com a conseqüència d'aquesta incidència, la conscienciació de la població forma una part imprescindible per a la supervivència de les víctimes.

Encara que el *Clostridium tetani*, causant del tètanus, es tracti d'un bacteri amb el que convivim quotidianament, ja que el trobem en llocs com ara l'aigua o el sòl, les seves toxines actuen a nivell del sistema nerviós, i per tant, els seus efectes són realment perillosos.

En aquest treball, comprovarem la resistència de diverses espècies de *Clostridium* envers diversos antibiòtics. Treballarem amb 3 espècies diferents de *Clostridium*. Per complementar aquesta part, també comprovarem els efectes de la toxina tetanospasmínica davant d'organismes eucariotes, concretament, en larves de crustaci.

Farem diversos experiments per a poder observar la mortalitat d'aquestes larves envers el *Clostridium tetani* i les toxines que crea. En un dels experiments

posarem el microorganisme en contacte amb *Lactobacillus plantarum*, ja que crea unes substàncies que creiem que poden inhibir, d'alguna manera, la producció de toxines.

Per una altra banda, en aquest treball també hem treballat una part de primers auxilis de cara a l'aprenentatge dels més petits. Al llarg de la xerrada i de les qüestions fetes a alumnes de primària i secundària tractarem problemes quotidians com ara picades, cops o rascades que qualsevol persona pot patir diàriament. També ens centrarem molt en el tractament de les ferides obertes o talls, sobretot en la seva higienització.

Així doncs, observant totes aquestes dades comentades, considero que es tracta d'un tema molt interessant i poc explorat. Des del meu punt de vista, hi ha una gran necessitat de investigació en l'àmbit del tètanus. Tot i que, evidentment, no tenim els recursos necessaris per a poder fer un estudi complet del funcionament i l'actuació del *Clostridium tetani*, podem explicar-ne els seus aspectes més bàsics. Al principi, la meva intenció era centrar el meu treball en les parades cardiorespiratòries, però al veure que no tenia moltes sortides per a la part pràctica vaig decidir canviar-lo per aquest del tètanus.

Així doncs, la finalitat d'aquest treball és trobar quina és la resistència del *Clostridium tetani*, quins efectes produeix en els éssers vius, quines alternatives podem trobar per a guarir la malaltia que causa, i com podem prevenir-lo.

Els diversos experiments del treball han estat duts a terme en un del laboratori del departament de veterinària de la universitat autònoma de Barcelona, ja que durant l'estiu em va ser atorgada una beca per a poder fer unes estades científiques a la universitat. Per tant, al estar en contacte amb aquest departament, van donar-me l'opció de realitzar les pràctiques allà. Dins d'aquests experiments, els realitzats amb el *Clostridium tetani* han estat realitzats en laboratoris de seguretat biològica, ja que es tracta d'un bacteri patogen.

En quan als problemes al llarg del treball, el principal ha estat el fet de haver-me de desplaçar a Cerdanyola un o dos cops per setmana. Tot i això, no hi ha hagut cap aspecte que realment entorpís el desenvolupament del treball.

PART TEÒRICA

1. INTRODUCCIÓ A LA MICROBIOLOGIA

1.1 INICI DE LA MICROBIOLOGIA

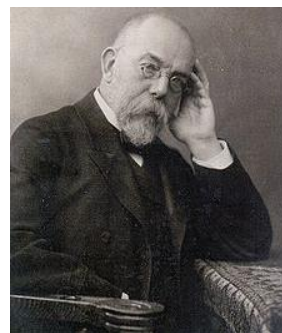
La microbiologia es pot definir, sobre la seva base etimològica¹, com la ciència que tracta dels éssers vius més petits, concretament aquells que la seva grandària es troba per sota del poder resolutiu de l'ull humà.

L'origen tardà de la microbiologia en relació amb altres ciències biològiques cal atribuir-los a la manca, durant molt temps, dels instruments i tècniques necessàries. Amb la invenció del microscopi al segle XVII comença el lent creixement d'una nova branca del coneixement, inexistent fins llavors. Durant els següents 150 anys el seu progrés es va limitar gairebé a una mera descripció de tipus morfològics microbians i als primers intents taxonòmics².

Després de l'Edat d'Or de la bacteriologia³, inaugurada per les grans figures de Pasteur⁴ i Koch⁵, la microbiologia va quedar durant cert temps com una disciplina descriptiva i aplicada, estretament connectada amb la medicina, i amb un desenvolupament paral·lel al de la química, que li aportaria diversos avanços metodològics fonamentals. No obstant això, un corrent dedicat als estudis de certs bacteris del sòl, posseïdors de capacitats metabòliques especials, va aconseguir establir una diferenciació entre la microbiologia i altres ciències biològiques.



Fotografia de Louis Pasteur.



Fotografia de Robert Koch.

¹ Etimologia: ciència que estudia l'origen i l'evolució de les paraules.

² Taxonòmics: ciència que ordena els organismes en un sistema de classificació compost per una jerarquia de tàxons (agrupacions d'organismes).

³ Bacteriologia: part de la microbiologia que estudia els bacteris.

⁴ Pasteur (1822-1895): microbiòleg i químic francès. Conegut per la seva demostració de la teoria del germen d'una malaltia i les seves tècniques de desenvolupament i inoculació.

⁵ Koch (1843-1910): metge i microbiòleg alemany. Va ser guardonat amb el Premi Nobel de medicina i fisiologia i fou el descobridor del bacil de la tuberculosi, causant de la còlera.

1.2 DEFINICIÓ DE MICROBIOLOGIA

La microbiologia, com hem dit anteriorment, és l'estudi dels microorganismes, de la seva biologia i la seva ecologia⁶.

El coneixement de la biologia i l'ecologia microbiana són imprescindibles per poder comprendre de quina forma els microorganismes interaccionen amb els éssers humans i quins tipus de relacions estableixen entre ells. Per microorganisme entenem qualsevol organisme viu que no sigui visible a simple vista, com ja hem comentat. Aquesta definició operativa no inclou els fongs, tant inferiors com a superiors, ni les algues, encara que tots dos grups són considerats microorganismes perquè la seva organització és essencialment unicel·lular (les cèl·lules que els constitueixen mantenen un alt grau d'autonomia entre si). D'altra banda, els organismes pluricel·lulars poden ser de grandària tan petita que entrin dins de la definició anterior sense deixar, per això, de ser estructuralment tan complexos com qualsevol animal superior.

⁶ Ecologia: ciència que estudia les relacions dels éssers vius entre si i amb el medi en el que viuen.

2. ELS BACTERIS

Els bacteris són organismes procariotes, unicel·lulars i microscòpics, sense nucli ni clorofil·la, que poden presentar-se nus o amb una càpsula gelatinosa, aïllades o en grups, i que poden tenir cilis o flagels.

El bacteri és el més simple i abundant dels organismes i pot viure en el sòl, l'aigua, la matèria orgànica o en plantes i animals.

Tenen una gran importància en la naturalesa, doncs estan presents en els cicles naturals del nitrogen, del carboni, del fòsfor, etc i poden transformar substàncies orgàniques en inorgàniques i viceversa.

En efecte, la vida al nostre planeta no existiria sense bacteris, les quals permeten moltes de les funcions essencials dels ecosistemes.

Els bacteris són molt importants per a l'ésser humà, tan per a beneficiar-lo com per a perjudicar-lo, a causa dels seus efectes químics.

En el seu efecte beneficiós, alguns bacteris produeixen antibiòtics tals com l'estreptomina, capaços de guarir malalties. També s'utilitzen en la producció d'àcid acètic i vinagre, diversos aminoàcids i enzims, i especialment en la fermentació de lactosa a àcid làctic, la qual coagula les proteïnes de la llet, i s'usen en la fabricació de gairebé tots els formatges, iogurts i productes similars. D'altra banda, també ajuden a la descomposició de la matèria orgànica morta.

La majoria dels bacteris poden classificar-se en tres categories d'acord a la seva resposta a l'oxigen gasós:

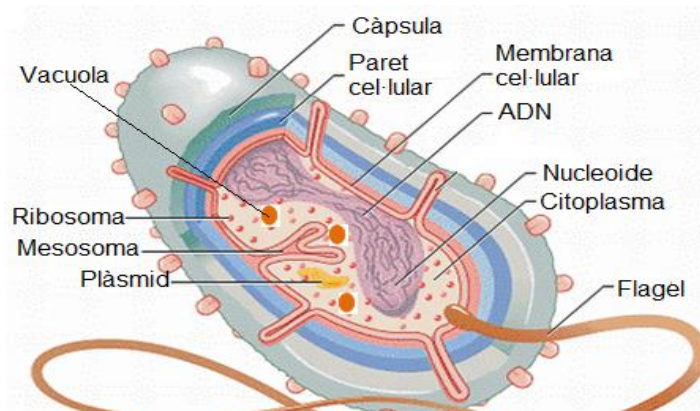
- Els bacteris aeròbics, els quals creixen en presència d'oxigen i el necessiten per al seu continu creixement i existència.
- Els bacteris anaerobis, els quals no poden tolerar l'oxigen gasós, i per tant, no creixen en presència d'aquest.
- Els bacteris anaerobis facultatius, els quals prefereixen créixer en presència d'oxigen, encara que poden fer-ho sense ell.

2.1 CARACTERÍSTIQUES I ESTRUCTURA DELS BACTERIS

Els bacteris són les cèl·lules unicel·lulars vives més petites, de 0.2 a 2 µm de diàmetre i d'1 a 10 µm de longitud. Són de vital importància i útils per a la humanitat, com ja hem dit en l'apartat anterior. Solament el 1% d'ells produeixen malalties, les quals són cada vegada més difícils de combatre per l'abús indiscriminat d'antibiòtics.

La majoria d'ells es caracteritzen per la manca d'un nucli delimitat per una membrana, com ja hem dit, encara que presenten un nucleoide, és a dir, una estructura elemental que conté una gran molècula circular d'ADN. En el citoplasma, hi ha absència d'òrgans delimitats per membranes i de les formacions protoplasmàtiques⁷ pròpies de les cèl·lules eucariotes. En el citoplasma es poden apreciar plasmidis, és a dir, petites molècules circulars de ADN que coexisteixen amb el nucleoide i contenen gens. El citoplasma també conté vacúols (grànuls que contenen substàncies de reserva) i ribosomes (utilitzats en la síntesi de proteïnes).

Una membrana citoplasmàtica composta de lípids envolta el citoplasma i, igual que les cèl·lules de les plantes, la majoria posseeix una paret cel·lular, que en aquest cas està composta per peptidoglucà⁸ (mureïna). Alguns bacteris presenten una càpsula i unes altres són capaços de desenvolupar-se com a endòspores, és a dir, estats latents capaços de resistir condicions extremes. Entre les formacions exteriors pròpies de la cèl·lula bacteriana destaquen els flagels.



Dibuix on es mostren les diverses parts dels bacteris.

⁷ Protoplasmàtiques: relatiu o pertanyent al protoplasma, el qual està format pel citoplasma i el líquid intranuclear.

⁸ Peptidoglucà: heteropolímer format per monosacàrids i aminoàcids.

2.2 FORMES DE VIDA DELS BACTERIS

En el cas dels bacteris, podem trobar-ne alguns que viuen independents a altres éssers vius, mentre que altres són paràsits. Els bacteris poden viure en simbiosi amb el seu hoste ajudant-se mútuament o com a comensals (sense benefici). També poden ser patògens, és a dir, viure del seu hoste.

En el cas de la simbiosi, es tracta d'una relació tròfica entre dues espècies, en la qual els dos organismes en surten beneficiats. Aquests dos organismes implicats en aquesta relació s'anomenen simbiotes.

Troblem dos tipus de simbiosi segons la seva relació entre els organismes: ectosimbiosi i endosimbiosi. En l'ectosimbiosi, el simbiote viu a sobre el cos de l'organisme hoste. També podem trobar-lo a l'interior del tracte digestiu o en el conducte de les glàndules exocrines⁹. En canvi, en l'endosimbiosi el simbiote resideix dins les cèl·lules de l'organisme hoste.

En el cas d'un paràsit, es tracta d'un organisme que estableix una relació tròfica amb un altre organisme d'una espècie diferent, l'hoste, del qual se n'alimenta. També li produeix diversos perjudicis, tot i que rarament produeix la mort de l'hoste. Aquesta relació, en el cas dels bacteris, fongs o virus, s'anomena infecció. Finalment, un bacteri patògen, anomenat també agent infeccios o germen, és un agent biològic que causa malalties o trastorns en el seu hoste.

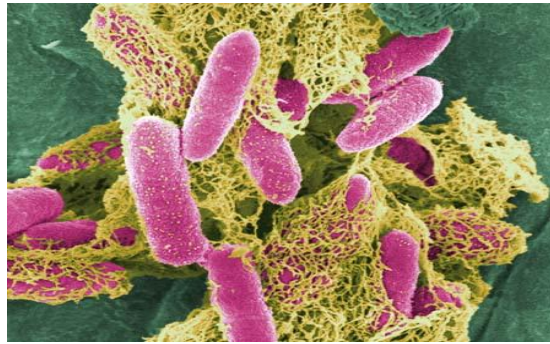
El poder patògen és la capacitat d'un germen de implantar-se en un hoste i de crear en ell trastorns. Està lligada a dues causes:

- La producció de lesions en els teixits mitjançant constituents del bacteri, com poden ser enzims que ell excreta i que ataquen teixits veïns o productes tòxics provinents del metabolisme bacterià.

⁹ Exocrines: secreten el seu producte a l'exterior.

- La producció de toxines. Es pot tractar de toxines proteiques (exotoxines¹⁰ excretades pel bacteri, transportades a través de la sang i que actuen a distància sobre òrgans sensibles) o de toxines glucoproteiques (endotoxines¹¹). Aquestes últimes actuen únicament en el moment de la destrucció del bacteri i poden ser responsables de xocs infecciosos en el curs de septicèmies¹² provocades per gèrmens Gram negatius en el moment en què la toxina és brutalment alliberada.

A aquestes agressions microbianes, l'organisme oposa reaccions defensives lligades a processos d'immunitat, mentre que el conflicte hoste-bacteri es tradueix per manifestacions clíniques i biològiques de la malaltia infecciosa.



Fotografia d'una simbiosis, concretament de *Escherichia coli* i el tracte intestinal humà.

2.3 MORFOLOGIA BACTERIANA

Els bacteris presenten una àmplia varietat de grandàries i formes. La majoria presenten una grandària deu vegades menor que la de les cèl·lules eucariotes, és a dir, entre 0.5 i 5 µm. No obstant això, algunes espècies arriben a aconseguir els 0.5 mm, la qual cosa les fa visibles a l'ull nu.

D'altra banda, també es troben bacteris més petits, els poden quals arriben a mesurar solament 0.3 µm, és a dir, tan petites com els virus més grans.

La forma dels bacteris és molt variada i, sovint, una mateixa espècie adopta diferents tipus morfològics, la qual cosa es coneix com pleomorfisme.

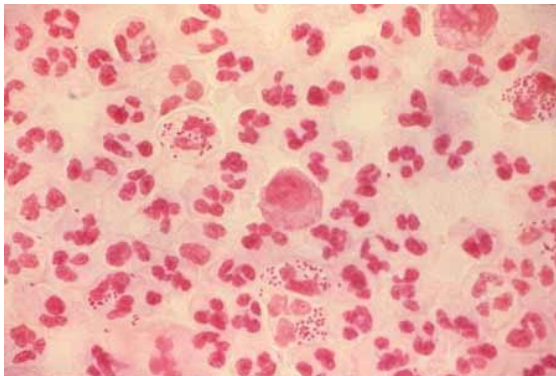
La majoria d'espècies bacterianes són o bé esfèriques, denominades cocs, o bé en forma de bastó, anomenats bacils.

¹⁰ Exotoxines: és una toxina secretada per un microorganisme. Són molt potents i poden causar gran dany a l'hoste en destruir les seves cèl·lules o pertorbar el normal metabolisme cel·lular.

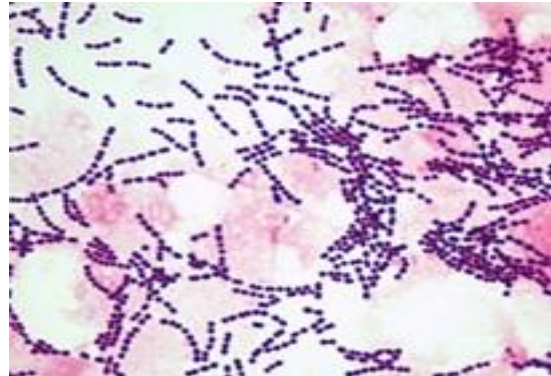
¹¹ Endotoxines: són toxines associades amb certs bacteris Gram negatius.

¹² Septicèmies: presència de fongs o bacteris en la sang causant un quadre de sepsia (febre alta i brusca).

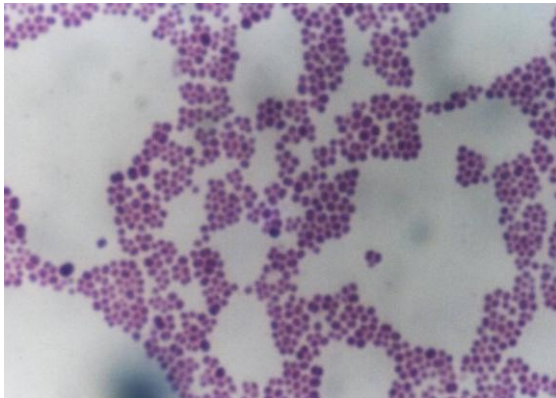
En el cas dels cocs, es subdivideixen en diplococs, cocs en grups de dos; tètades, cocs en grups de quatre; estreptococs, cocs en cadenes; estafilococs, cocs en agrupacions irregulars o en forma de raïm; i les sarcines, cocs en grups de vuit.



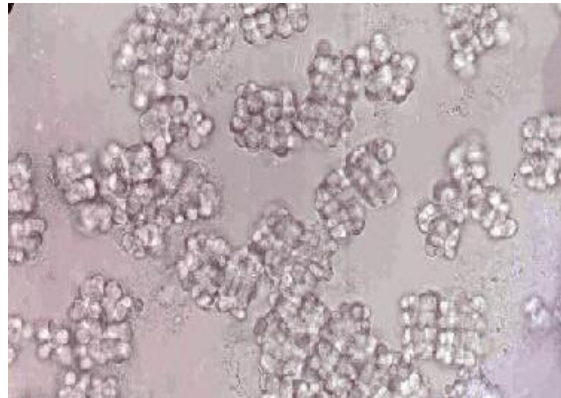
Fotografia d'una mostra de diplococs.



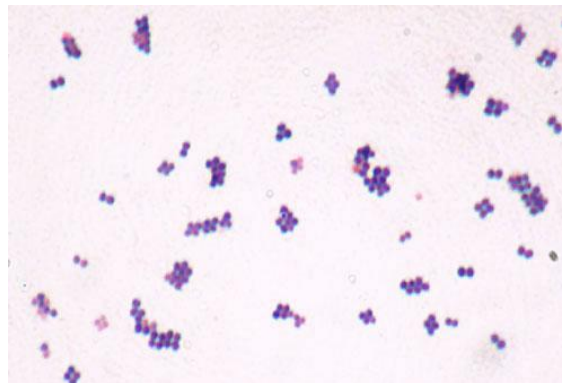
Fotografia d'una mostra d'estreptococs.



Fotografia d'una mostra de estafilococs.

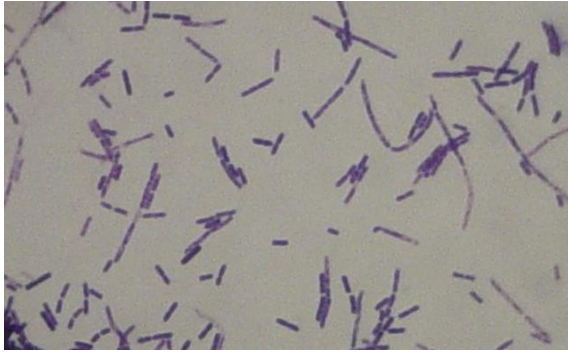


Fotografia d'una mostra de sarcines.

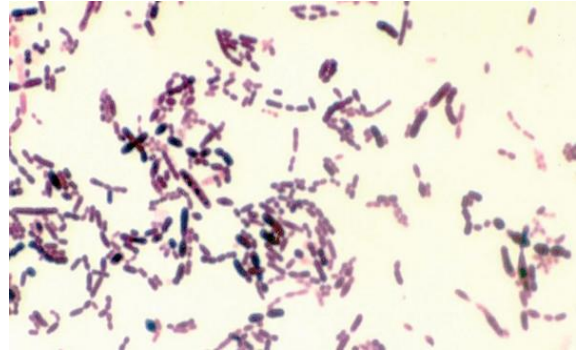


Fotografia d'una mostra amb diverses tètades.

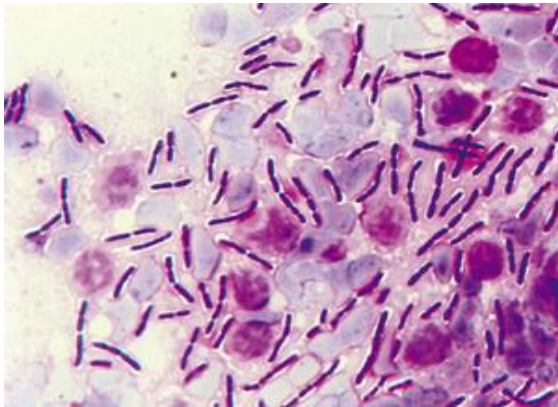
En el cas dels bacils, podem trobar els bacils, forma estàndard d'aquesta morfologia; els cocobacils, els quals tenen una lleugera forma arrodonida; els diplobacils, bacils en grups de dos; i els estreptobacils, bacils en cadena, els quals s'anomenen palissades quan la cadena està formada per quatre bacils.



Fotografia d'una mostra de bacils.



Fotografia d'una mostra de cocobacils.

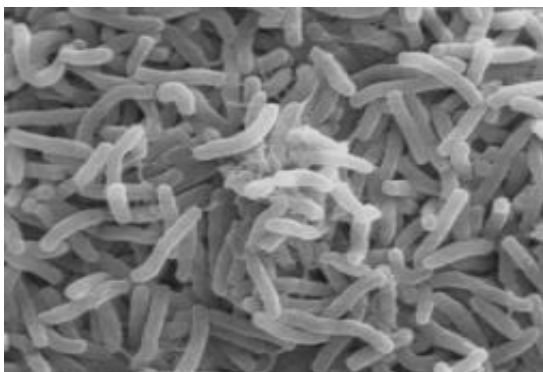


Fotografia d'una mostra de diplobacils.

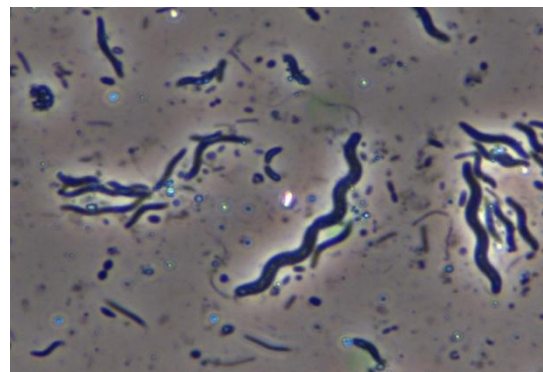


Fotografia d'una mostra de estreptobacils i palissades.

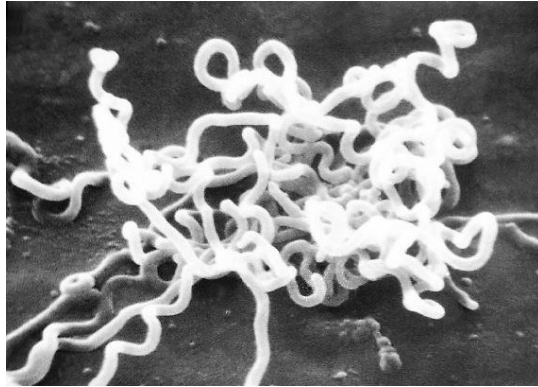
Altres bacteris, alguns d'ells en forma de vara, anomenats vibrions, són lleugerament corbats o tenen forma de coma; d'altres poden tenir forma d'espiral, anomenats espirils, o fermament enrotllats, anomenats espiroquetes. Un nombre reduït d'espècies tenen, fins i tot, formes tetraèdriques. Més recentment, s'han descobert bacteris que viuen a sòls profunds i que creixen en forma de vares llargues amb un tall en secció en forma d'estel.



Fotografia d'una mostra de vibrions.

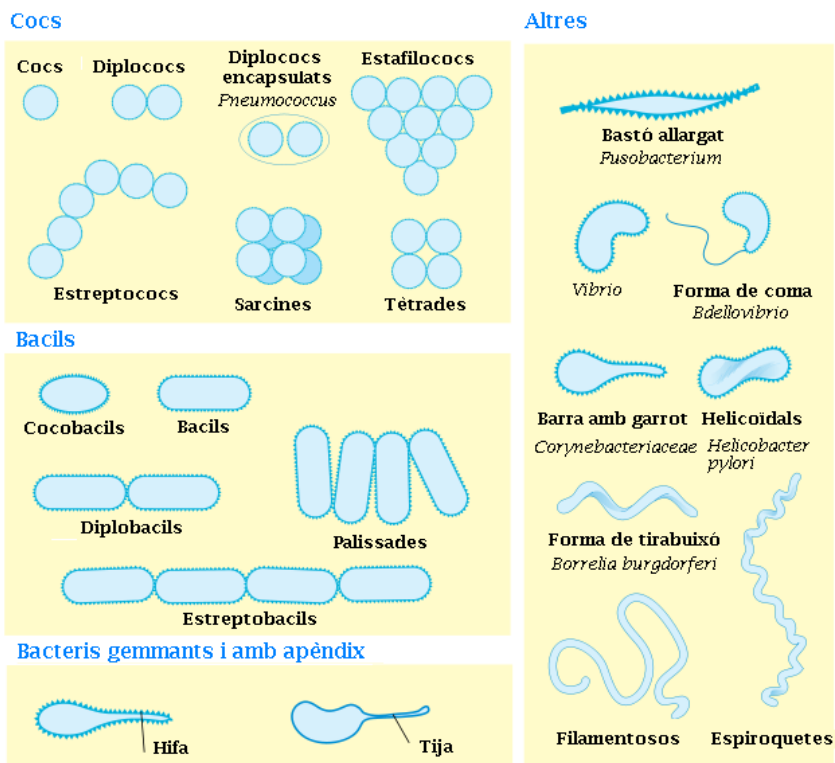


Fotografia d'una mostra d'espirils.



Fotografia d'una mostra d'espiroquetes.

Tota aquesta àmplia varietat de formes és determinada per la paret cel·lular i el citosquelet bacterià, i és important perquè pot afectar la capacitat dels bacteris d'adquirir nutrients, adherir-se a superfícies, nedar per líquids i fugir de predadors. Moltes espècies bacterianes existeixen simplement com a cèl·lules úniques, mentre que d'altres s'associen en patrons característics, com ja hem comentat anteriorment. Altres, també poden allargar-se formant filaments. Aquests bacteris filamentosos sovint estan envoltats per una beina que conté moltes cèl·lules individuals; determinats tipus fins i tot formen filaments complexos ramificats, semblants en aparença als micelis dels fongs.



Dibuix amb les diferents tipus de morfologia bacteriana.

2.4 IDENTIFICACIÓ DELS BACTERIS

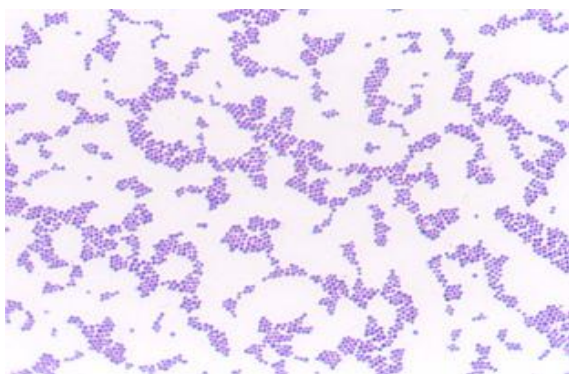
Un eina important en la identificació dels bacteris és la tinció Gram, batejada així en honor de Hans Christian Gram¹³ que va desenvolupar aquesta tècnica.



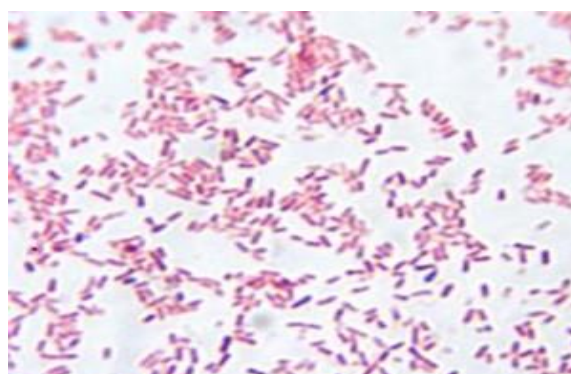
Fotografia de Hans Christian Gram.

Segons el resultat d'aquest mètode de tinció, els bacteris es divideixen en Gram positius, quan són tenyits mitjançant tinció Gram, o bé Gram negatius, quan no es tenyeixen mitjançant la tinció de Gram.

El fet de que els bacteris siguin positius o no per a la tinció Gram depèn de la composició de la seva paret cel·lular: la paret dels bacteris Gram positius és monoestratificada¹⁴ i està formada per una capa gruixuda (200-800 Å) de peptidoglicans (mureïna), mentre que la paret dels Gram negatius és biestratificada¹⁵, ja que té una capa fina (20-30 Å) de peptidoglicans sobre la qual hi ha una membrana externa.



Fotografia de bacteris Gram positius.

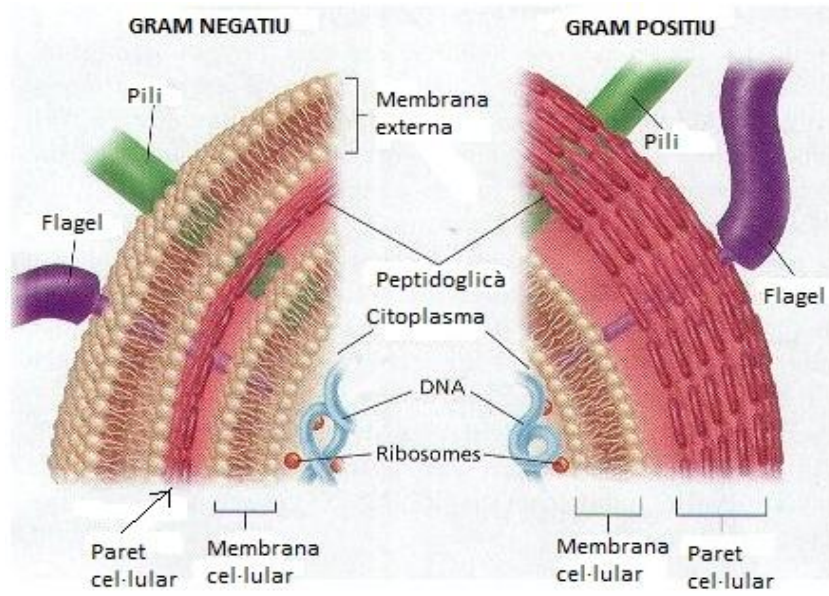


Fotografia de bacteris Gram negatius.

¹³ Hans Christian Gram (1853-1938): bacteriòleg danès desenvolupador de la tinció de Gram.

¹⁴ Monoestratificada: paret amb una sola capa de cèl·lules d'espessor.

¹⁵ Biestratificada: paret amb dues capes de cèl·lules d'espessor.



Dibuix comparatiu entre les parets dels bacteris Gram positius i Gram negatius.

3. LA MALALTIA DEL TÈTANUS

3.1 HISTÒRIA DEL TÈTANUS

El tètanus va ser descrit per primera vegada pels antics egipcis en el Papir d'Edwin Smith¹⁶, al voltant de 3000 a.C.

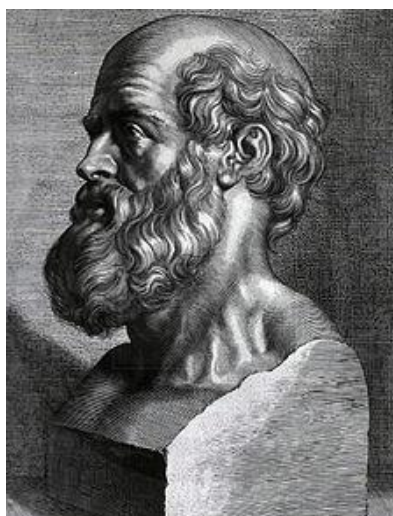


Fotografia del papir d'Edwin Smith.



Fotografia d'Edwin Smith.

Al segle v a.C, Hipòcrates¹⁷ va descriure els símptomes del tètanus en un mariner caracteritzant-los com a una hipercontracció dels músculs esquelètics.



Dibuix d'un bust de Hipòcrates.

Durant la Primera Guerra Mundial, el tètanus va produir-se en 1,47 de 1.000 britànics ferits i en 12,5 de 1000 persones que van participar en la campanya de la Independència.

¹⁶Papir Edwin Smith: document mèdic d'Egipte. Conté tractaments per les ferides de guerra i descripcions anatòmiques. S'anomena així en honor al seu descobridor.

¹⁷ Hipòcrates (460 a.C – 370 a.C): metge de l'antiga Grècia. Va contribuir de diverses maneres en la medicina, convertint-la així en la seva professió.

Alguns anys més tard, concretament l'any 1884, la toxina del tètanus va ser aïllada per Arthur Nicolaier¹⁸ per primera vegada. L'etiologia es va dur a terme aquell mateix any per Antonio Carle¹⁹ i Giorgio Rattone²⁰, els quals van demostrar la transmissió del tètanus per primera vegada.



Fotografia d'Arthur Nicolaier.



Fotografia d'Antonio Carle.



Fotografia de Giorgio Rattone.

Al 1889, el *Clostridium tetani* va ser aïllat d'una víctima humana per Kitasato Shibasaburo, el qual després va demostrar que l'organisme era capaç de produir la malaltia quan era injectat en animals, i que la toxina podia ser neutralitzada per anticossos específics.



Fotografia de Kitasato Shibasaburo.

Un any més tard, al 1890, es va desenvolupar el toxoide tetànic²¹ que produeix la immunització activa contra la malaltia. Aquesta és la base de la vacuna actual.

¹⁸ Arthur Nicolaier (1862-1942): metge alemany. Es va dedicar principalment a la bacteriologia, descobrint així el *Clostridium* causant del tètanus.

¹⁹ Antonio Carle (1854-1927): cirurgià italià. Va ser professor de la clínica de patologia i cirurgia de Torí, fent importants contribucions a la cirurgia de la tiroide, de l'estómac, les vies biliars i l'úter.

²⁰ Giorgio Rattone (1857-1929): patòleg italià. Professor de patologia general.

²¹ Toxoide tetànic: antitoxina tetànica.

Passats set anys, al 1897, Edmond Nocard²² va demostrar que l'antitoxina tetànica²³ induïa immunitat passiva en humans i era eficaç en la profilaxis i tractament de la malaltia durant la primera guerra mundial.



Fotografia d'Edmond Nocard.

Finalment, al 1925, la vacuna toxoide tetànica va ser desenvolupada per P. Descombey²⁴, la qual va ser utilitzada àmpliament per prevenir el tètanus induït per ferides de guerra en la segona guerra mundial.



Fotografia de P. Descombey.

²² Edmond Nocard (1850-1903): veterinari i microbiòleg francès. Va treballar conjuntament amb Louis Pasteur. Va ser el descobridor de el bacteri patogen *Streptococcus agalactiae*.

²³ Antitoxina tetànica: anticossos que reaccionen en contra de la toxina tetànica.

²⁴ P. Descombey (1886 -1963): biòleg i veterinari francès. Va contribuir a la ciència amb diversos descobriments.

3.2 DEFINICIÓ DE LA MALALTIA DEL TÈTANUS

El tètanus es tracta d'un desordre neurològic caracteritzat per un augment del to muscular i espasmes provocats per la tetanospasmina, la toxina produïda pel propi bacteri.

Amb poca freqüència pot arribar a provocar la mort, però l'edat de risc es troba durant la infantesa i la vellesa. El tètanus actua esporàdicament i casi sempre afecta a persones no immunitzades o a persones immunitzades però que no han renovat la seva vacunació de prevenció contra aquesta malaltia. Tot i que la malaltia es pot prevenir gràcies a la vacuna, encara moren persones anualment a causa del tètanus.

La manera més comuna d'adquirir aquesta malaltia és a partir de la contaminació de ferides a causa de les espores creades pel bacteri. Tanmateix, la germinació²⁵ i la producció de toxines només té lloc en ferides amb un baix potencial de oxidoreducció²⁶, com ara teixits desvitalitzats, amb cossos estranys o amb infeccions prèvies. El *C. Tetani* per si mateix no produeix infecció i la zona de penetració roman asintomàtica²⁷ a menys que existeixi una altre infecció o problema, com ja hem dit.

La toxina creada per el bacteri es forma en la cèl·lula vegetativa²⁸ sota el control d'un plasmidi²⁹. Aquesta toxina es tracta d'un polipèptid monocatenari³⁰ que una vegada alliberat experimenta una autòlisis³¹ passant a ser un heterodímer³² de dues cadenes: una cadena pesada a través de la qual s'uneix als receptors de les cèl·lules nervioses, i una altre de lleugera que bloqueja els neurotransmissors.

La seqüència d'aquesta toxina és parcialment homòloga³³ amb la creada per el *Clostridium botulinum*.

²⁵ Germinació: procés pel qual una spora (en aquest cas) surt d'un període latent.

²⁶ Oxidoreducció: procés químic en què existeix transferència d'electrons entre reactius, un dels quals és oxidat i l'altre és reduït.

²⁷ Asintomàtica: sense símptomes.

²⁸ Cèl·lula vegetativa: cèl·lula no reproductora.

²⁹ Plasmidi: element genètic present en els bacteris, que porta gens addicionals als del genoma normal i pot estar lliure en el citoplasma o estar integrat en el cromosoma bacterià.

³⁰ Polipèptid monocatenari: polímer d'una cadena format per aminoàcids que estan units per enllaços peptídics.

³¹ Autòlisis: destrucció de les cèl·lules a través de l'acció dels seus propis enzims com a part de la descomposició.

³² Heterodímer: proteïna composta per dues subunitats diferents entre elles.

³³ Homòloga: s'aplica a coses que comparteixen característiques comunes.



Fotografia d'un exemple de la toxina botulínica, utilitzada amb finalitats cosmètiques.

La toxina produïda en les ferides s'uneix als terminals de les neurones motores perifèriques, entra a l'axó, i és transportada a la medul·la espinal i al cervell a través del cos de la neurona. Seguidament, aquesta exerceix la seva acció sobre tota la medul·la espinal, ja que altera el control normal del arc reflex³⁴ i suprimeix la inhibició duta a terme mitjançant interneurons³⁵. L'absència d'aquesta inhibició permet que la neurona motora³⁶ augmenti el to muscular i produeixi rigidesa, causant el espasme simultani dels músculs agonistes³⁷ i antagonistes³⁸ característic de la malaltia. La toxina actua a nivell de la sinapsis³⁹ inhibint l'alliberació de neurotransmissors.

En el cas del tètanus local, només els nervis que intervenen en els músculs afectats estan implicats.

En canvi, el tètanus generalitzat es produeix quan la toxina entra en els ganglis limfàtics i en la sang, i per tant, es distribueix pel sistema nerviós central. Aquests dos tipus de tètanus els explicarem en el següent apartat.

³⁴ Arc reflex: trajecte que realitza l'energia i el impuls nerviós d'un estímul per dues o més neurones

³⁵ Interneurons: neurona del sistema nerviós central que interconnecta amb altres neurones permetent realitzar les funcions més complexes

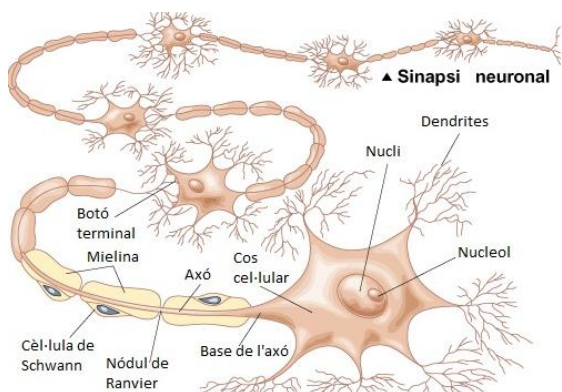
³⁶ Neurona motora: neurona del sistema central que projecta el seu axó cap a un múscul o glàndula.

³⁷ Agonistes: conjunt de músculs que es contrauen per produir el moviment.

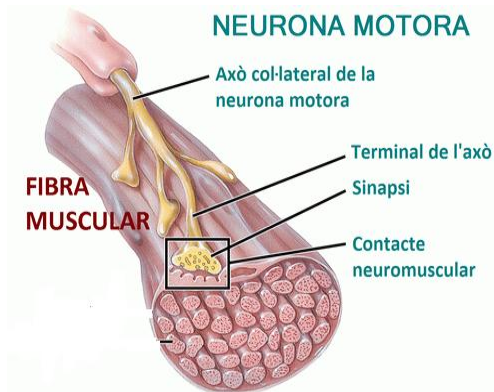
³⁸ Antagonistes: conjunt de músculs que actuen per oposar-se a la força i moviment que genera el múscul agonista.

³⁹ Sinapsis: procés de intercanvi de informació entre les neurones.

La creença que els objectes oxidats poden causar infeccions per *C.tetani*, atesa la naturalesa de fàcil infecció de la ferida, és certa, tot i que no són els objectes oxidats en sí els portadors del bacteri que causa la infecció tetànica.



Dibuix de la sinapsi entre neurones.



Dibuix d'una neurona motora.

3.3 EL GÈNERE CLOSTRIDIUM

Es tracta d'un gènere de bacteris anaeròbic, els quals són bacils Gram positius (explicats més endavant), paràsits, i sapròfits⁴⁰ alguns d'ells. Tots ells són formadors d'endòspores⁴¹, alguns són proteolítics⁴², i sintetitzen toxines. Tenen forma de llumí. Es classifiquen en:

- Espècies histotòxiques⁴³, on trobem el *C. perfringes*, el *C. novyi* i el *C. septicum*.
- Espècies neurotòxiques⁴⁴, on trobem el *C. tetani* i el *C. botulinum*.
- Espècies enterotòxiques⁴⁵, on trobem el *C. Perfringes* i el *C. difficile*.
- Espècies productores de infeccions inespecífiques purulentes, on trobem el *C. perfringes* i el *C. ramosum*.

Com podem veure, en el cas del *Clostridium perfringes* el podem col·locar en tres grups diferents, ja que les diverses malalties que causa són molt diferents en quant a la seva toxicitat, és a dir, afecten a parts diferents de l'organisme.

⁴⁰ Sapròfites: microorganismes que s'allotjen en l'organisme, especialment en el tub digestiu, i que s'alimenten de matèries en putrefacció.

⁴¹ Endòspores: cèl·lules especialitzades no reproductives, la funció primària de les quals és assegurar la supervivència en temps de tensió ambiental.

⁴² Proteolítics: provoca la proteòlisi, és a dir, la degradació de proteïnes, ja sigui mitjançant enzims específics o per mitjà de la digestió intramolecular.

⁴³ Histotòxiques: tòxic de les cèl·lules.

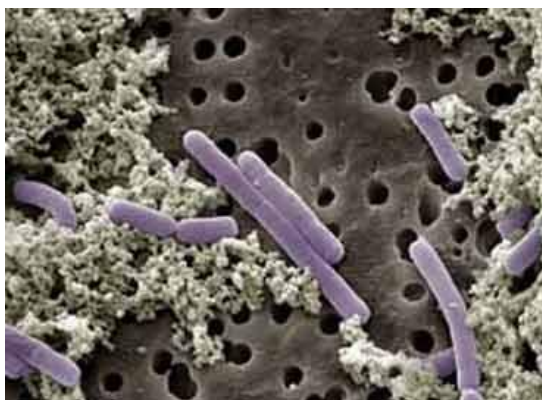
⁴⁴ Neurotòxiques: tòxic del sistema nerviós.

⁴⁵ Enterotòxiques: tòxic del sistema digestiu.

Algunes de les espècies productores de malalties són:

Bacteri:	Malaltia:
<i>Cl. Septicum</i>	Gangrena gasosa ⁴⁶ (en molt pocs casos).
<i>Cl. Chauvoei</i>	Miositis necròtica ⁴⁷ .
<i>Cl. Sordelli</i>	Miositis necròtica.
<i>Cl. Novyi</i>	Hepatitis ⁴⁸ y miositis necròtica.
<i>Cl. Haemolyticus</i>	Hepatitis, miositis necròtica y hemoglobinúria ⁴⁹ .
<i>Cl. perfringes</i>	Enteritis necròtica ⁵⁰ i gangrena gasosa.
<i>Cl. Clostridium</i>	Tètanus.

Dins d'aquest gènere, no totes les espècies són patògenes; algunes d'elles formen part de la flora intestinal en estat saludable. Les espècies de *Clostridium* estan àmpliament distribuïdes en l'ambient, especialment en el sòl i les aigües.



Fotografia d'una flora intestinal saludable.

3.3.1 CARACTERÍSTIQUES

Aquesta espècie esta formada per organismes que es solen observar aïllats, en parelles o alguns cops en cadenes curtes. Són mòbils gràcies a flagels perítrics, amb l'excepció del *Clostridium perfringes*.

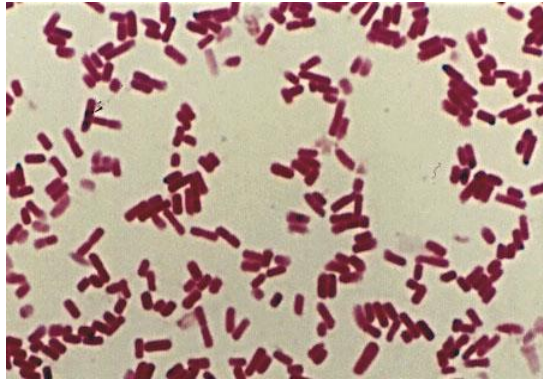
⁴⁶ Gangrena gasosa: malaltia en la qual es produeix gas dins dels teixits gangrenats (necròtics).

⁴⁷ Cama negra: malaltia en la qual s'inflama la cama produint un soroll de trencament.

⁴⁸ Hepatitis: malaltia caracteritzada per la inflamació del fetge.

⁴⁹ Hemoglobinúria: malaltia en la qual apareix hemoglobina (molècula que transporta l'oxigen a través del cos) a l'orina.

⁵⁰ Enteritis necròtica: malaltia que causa una necrosis extensiva a la mucosa intestinal del intestí prim.



Fotografia d'una mostra de *Clostridium perfringens*.

Algunes espècies produeixen càpsula i formen espores d'aspectes esfèrics o ovalats, situats en el centre del bacil o en un extrem subterminal⁵¹ i resistents a la calor. Tot i tractar-se de bacteris anaeròbics obligats (només creixen en condicions d'anaerobiosis), no tots tenen la mateixa sensibilitat al oxigen. El *Clostridium tetani*, per exemple, requereix una total anaerobiosis, en canvi, el *Clostridium perfringens* tendeix a ser menys exigent. Ambdós creixen a una temperatura de 37°C i a un pH entre 7 i 7.4, de manera que són fàcilment inactivats a un pH àcid o bàsic, com el de l'àcid estomacal, el de productes de neteja i desinfectants com el clor, i fins i tot el pH d'àcids orgànics trobats en el suc de llimona, per exemple.

Gràcies a la capacitat de crear toxines històliques⁵² i neurotòxiques, el gènere *Clostridium* és un creador de malalties per excel·lència.

⁵¹ Subterminal: localitzat a la part final del bacil.

⁵² Històliques: toxines que trenquen els teixits del cos.

3.4 DEFINICIÓ DE CLOSTRIDIUM TETANI

El *Clostridium tetani* es un bacil Gram positiu no encapsulat, de forma bastonada, mòbil i formador d'espores⁵³, les quals es situen en un extrem. El microorganisme es troba, com ja hem comentat anteriorment, en el sòl i les aigües arreu del món, i en el tracte intestinal tant d'humans com d'animals. Les espores poden sobreviure varis anys en ambients hostils.

La seva classificació científica és la següent:

REGNE:	Eubacteria	FAMÍLIA:	Clostridiaceae
FÍLUM:	Firmicutes	GÈNERE:	Clostridium
CLASSE:	Clostridia	ESPÈCIE:	C. tetani
ORDRE:	Clostridiales		

3.5 TIPUS I MANIFESTACIONS DEL TÈTANUS

Dins d'aquesta malaltia anomenada tètanus, podem diferenciar-la en tètanus generalitzat o tètanus localitzat.

3.5.1 EL TÈTANUS GENERALITZAT

El tètanus generalitzat és el tipus de tètanus més freqüent. El període de incubació és silenciós (no es manifesta) i en la majoria dels casos dura de 5 a 15 dies (temps transcorregut entre la ferida i l'aparició dels primers signes clínics: insomni, trisme i raquiàlgies; explicats més endavant). En alguns casos, pot tractar-se d'una incubació que duri només unes hores. El període d'invasió, que dura de 24 a 48 hores (o a vegades més), es caracteritza per raquiàlgies, insomni, disfàgia⁵⁴ i rigidesa de clatell. En la ferida, hi apareixen parestèsies⁵⁵ i de vegades contractures.

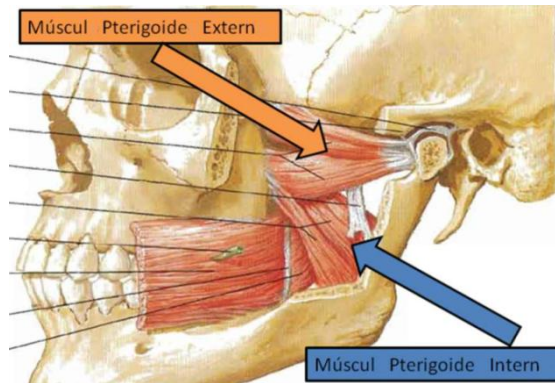
El trisme, que sol aparèixer en aquest període, és el que determina el diagnòstic de la malaltia. El tètanus sense trisme és molt poc freqüent: en molt poques ocasions esta causat per altres patologies.

⁵³ Espores: corpuscle que crea un bacteri quan les condicions del medi li són desfavorables.

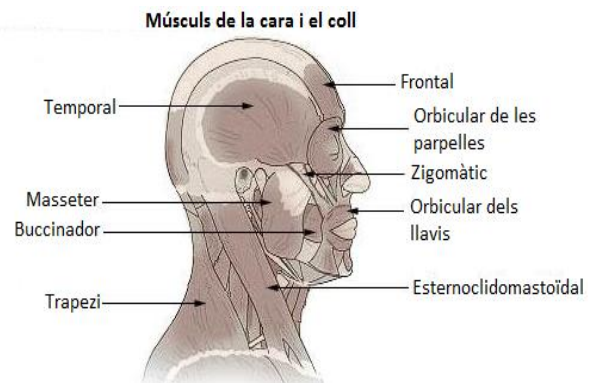
⁵⁴ Disfàgia: és el terme mèdic per al símptoma de dificultat en la deglució.

⁵⁵ Parestèsies: sensacions de formigueig i adormiment en les mans.

Es tracta de la contractura dels músculs masseters, pterigoides i temporals, que impedeix o limita l'obertura de la boca. Dificulta l'alimentació, la deglució i la parla.



Dibuix on es mostren els músculs pterigoides.



Dibuix dels diversos músculs de la cara i el coll, on hi trobem el masseter i el frontal.

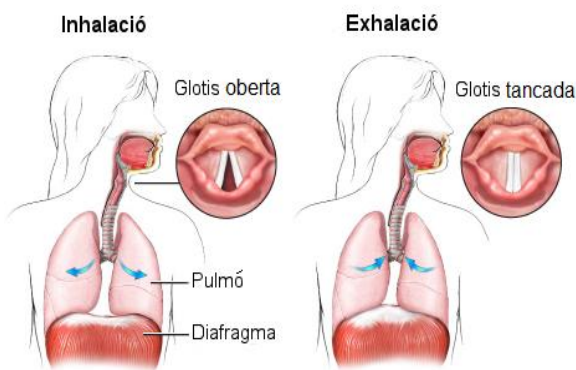
En el període d'estat les contractures musculars es generalitzen, son descendents i engloben els músculs del clatell, el tronc, els paravertebrals, els abdominals i els músculs dels membres.

Com a conseqüència, el malalt adopta una posició arquejada, on el cos es recolza sobre clatell i els talons formant un pont. També s'accentua el trisme i la disfàgia. Apareix l'anomenat riure sardònic: la meitat superior del rostre plora mentre l'inferior riu.

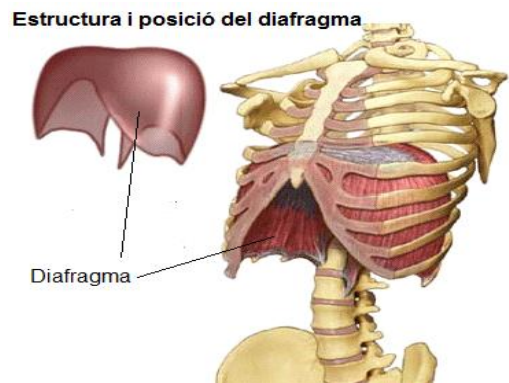
La contractura tetànica es caracteritza per presentar una forma tònica o contractura permanent; i una clònica o paroxística⁵⁶. El pacient, estant sota una contractura permanent, pateix paroxismes dolorosos, que poden ser espontanis o provocats. Aquests últims tipus de paroxismes solen ser originats per diferents estímuls, com ara la deglució, el soroll o la llum.

La freqüència i gravetat de les crisis paroxístiques varien segons la forma de manifestació i el grup muscular compromès. Quan els afectats són els músculs de la glotis, el diafragma i els altres músculs respiratoris, el pacient pot morir en plena crisi per asfíxia.

⁵⁶ Paroxística: relatiu o pertanyent al paroxisme, el qual és el període d'una malaltia durant el qual els símptomes tenen la seva màxima activitat.



Dibuix comparatiu entre la glottis oberta o tancada.



Dibuix explicatiu de la posició i forma del diafragma.

En quant al insomni, aquest és constant i, en ocasions, quan el pacient aconsegueix adormir-se, és despertat pels paroxismes.

En les formes més greus del tètanus, la temperatura corporal és superior a 39-40°C, i si augmenta, les crisis convulsives es converteixen en subintrants⁵⁷.

La taquicàrdia és un dels signes més freqüents, i pel general es relaciona amb el augment de la temperatura corporal. Durant la crisi paroxística poden aparèixer arítmies ventriculars greus (taquicàrdia ventricular, fibril·lació ventricular). La contractura dels músculs del tòrax genera una respiració ràpida i superficial. Al llarg de les dues primeres setmanes es pot necessitar una ajuda respiratòria.

Dins d'aquest tètanus generalitzat, podem subdividir-lo en tres blocs segons la seva forma de presentació:

- **La forma sobreaguda.** Quan es presenta d'aquesta forma, el període de incubació és breu, dura menys de 5 dies i la generalització és ràpida: finalitza abans de 24 hores. La contractura tònica provoca la posició en opistòtonos⁵⁸; els paroxismes són freqüents, dolorosos i d'aparició espontània. La seva durada i intensitat generen trastorns respiratoris i circulatoris que poden derivar en la mort.

⁵⁷ Subintrants: febre que s'inicia abans de que acabi l'anterior.

⁵⁸ Opistòtonos: és una afecció en la qual el cos es sosté en una postura anormal.

- **La forma aguda.** En aquest cas el període d'incubació és més llarg, d'uns 6 a 11 dies, i la generalització dura de 24 a 48 hores. El trisme és intens i les crisis paroxístiques no tenen caràcter subintrant. La mortalitat d'aquesta forma de tètanus és elevada.
- **La forma subaguda.** En aquesta forma de presentació, el període de incubació és de 12 o més dies. Els símptomes no es manifesten amb tanta rapidesa i les contractures són més limitades. Sol haver-hi trisme i alteració en la deglució; les crisis paroxístiques són menys intenses i més breus. Aquesta forma de tètanus té un bon pronòstic en quant a la recuperació del malalt.

Dins d'aquest tètanus generalitzat, també el podem classificar segons el seu origen. Si el classifiquem d'aquesta manera trobem els següents tipus:

- **El tètanus puerperal.** Aquest tètanus es presenta com a conseqüència d'un part o un avortament i es troba bastant lligada amb la forma sobreaguda.
- **El tètanus neonatal.** Aquest tètanus es produeix per la infecció del cordó umbilical. La falta de succió del nadó i el seu plor dèbil caracteritzen el quadre clínic d'aquest tètanus neonatal, que, amb freqüència, és de forma sobreaguda.
- **El tètanus quirúrgic.** Aquest tètanus es produeix com a conseqüència de l'acte operatori. És causat per algun tipus de contaminació exògena⁵⁹, pel material de sutura o per l'autoinfecció del tracte intestinal o de la pell del pacient. La forma de presentació, en general, és aguda o sobreaguda.

⁵⁹ Exògena: provocat per factors externs a l'organisme.

3.5.2 EL TÈTANUS LOCALITZAT

Aquest tètanus es manifesta a través d'espasmes musculars locals en zones contigües a una ferida.

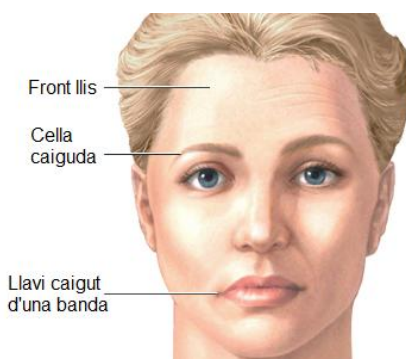
Dins d'aquest tipus de tètanus, al tractar-se de una variant en la qual la malaltia es centra en una part específica del cos, podem trobar-ne de diferents tipus: el tètanus cefàlic paralític i el tètanus cefàlic no paralític.

EL TÈTANUS CEFÀLIC PARALÍTIC

Està caracteritzat per contractura i paràlisi. El podem subdividir en dos grups:

- **El tètanus cefàlic de Rose.** Aquest tipus de tètanus és la conseqüència de ferides que, en general, es localitzen en la part del cap i el rostre. El principal símptoma és el trisme, presentat conjuntament amb la paràlisi cranial. La paràlisi facial pot produir-se de manera completa o incompleta, superior o inferior.

Les posicions de la cara del pacient tenen un aspecte molt característic: són inexpressives del costat hemiplègic⁶⁰ i tenen riure sardònic al costat oposat. Quan la paràlisi facial és incompleta i inferior, compromet la branca cervicofacial. En canvi, la paràlisi incompleta i superior compromet els plecs del front, l'ull és manté obert i s'observa el fenomen de Bell⁶¹. Aquest tètanus també compromet el nervi facial, que desapareixerà amb la curació de la malaltia.



Dibuix que mostra les característiques de la paràlisi o fenomen de Bell.

⁶⁰ Hemiplegia: debilitat que avarca una part del cos.

⁶¹ Fenomen de Bell: pèrdua temporal de la funció contràctil de la musculatura mímica de la cara.

- **El tètanus cefàlic oftalmoplègic.** Aquest tipus de tètanus localitzat té com a tret característic l'oftalmoplegia⁶² i la paràlisi facial. L'entrada del bacteri sol ser per una ferida en la part del cap o del rostre, especialment l'arcada ciliar⁶³. El període d'incubació és similar al del tètanus cefàlic, però s'hi afegixen paràlisis oculars. També pot causar dificultat per moure les parpelles i, com a tots els tètanus, hi és present el trisme.

L'oftalmoplegia pot ser unilateral o bilateral, accentuada sobretot en el costat on hi ha la ferida.



Dibuix on es mostra els efectes en els ulls de l'oftalmoplegia.

EL TÈTANUS CEFÀLIC NO PARALÍTIC

Aquest tipus de tètanus localitzat el podem subdividir en dos grups:

- **El tètanus cefàlic simple.** Està caracteritzat pel trisme i les contractures en zones contingudes pel nervi facial. La deglució es troba molt dificultada i la contractura dels masseters només permet la ingesta de líquids.

⁶² Oftalmoplegia: paràlisi dels músculs de l'ull.

⁶³ Arcada ciliar: os que forma un arc, situat al nivell de les celles.

- **El tètanus cefàlic disfàgic o hidrofòbic⁶⁴.** Està caracteritzat per espasmes faringis, respiratoris i diversos trastorns. Evidentment, també hi ha presència de trisme. Les crisis de dispnea⁶⁵ són molt accentuades i porten a la sufocació, podent arribar a produir la mort per asfíxia.



Pintura on es mostra a un pacient malalt de tètanus patint un atac d'aquest.

3.6 DIAGNOSI

El diagnòstic del tètanus està fonamentalment basat en descobriments clínics. És important conèixer la porta d'entrada del bacteri en el individu, com ara a partir de ferides cutànies, úlceres, intervencions quirúrgiques, injeccions intramusculars, mossegades, etc. Qualsevol ferida pot ser tetanògena per insignificant que sembli. El cultiu del lloc de la ferida no sol tenir valor com a mètode de diagnosi, ja que solament en un nombre molt reduït de casos es troba *Clostridium tetani* en la ferida, és més, fins i tot podem trobar el microorganisme en ferides de subjectes sense tètanus.

El líquid cefaloraquidi d'un malalt de tètanus és normal, però podem trobar el nombre de leucòcits en sang elevat.

Els signes i símptomes que caracteritzen el començament de la malaltia, que gairebé mai falten, i es tracten del millor mètode de diagnòstic, són:

- **El trisme**, com ja hem dit anteriorment, el qual es troba pràcticament sempre en tots els casos i tipus de tètanus.
- **La raquiàlgia**, la qual ja hem comentat i explicat en un apartat anterior.
- **El insomni**, el qual també ha aparegut en explicacions prèvies.

⁶⁴ Hidrofòbia: substància que té la propietat física de ser repel·lida per una massa d'aigua.

⁶⁵ Dispnea: sensació de dificultat en la respiració associada a un augment de l'esforç per a respirar.

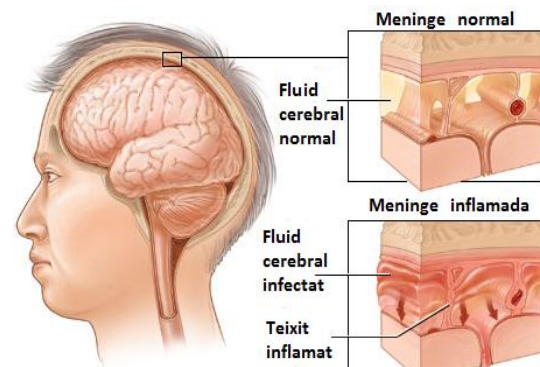
Normalment, es produeixen les contractures generalitzades i els espasmes posteriorment a aquests tres símptomes.

La immunització absent o inadequada suma un important element per al diagnosi. En canvi, és molt poc probable que estigui present el tètanus en aquells pacients que han estat vacunats.

També podem trobar altres problemes o malalties que, en relació als símptomes, tenen semblances amb el tètanus. Alguns exemples en són la intoxicació amb estriçnina⁶⁶, la ràbia, la meningitis i la histèria.



Dibuix explicatiu de la causa de la ràbia.



Dibuix comparatiu entre una meninge normal i una inflamada.

3.7 TRACTAMENT

Una vegada establert el diagnòstic del tètanus, les mesures terapèutiques van dirigides a mantenir al malalt amb vida fins que s'elimini la toxina del sistema nerviós. Es procedirà a la internació del malalt en una unitat de vigilància intensiva i en una habitació adequada. S'haurà de mantenir el pacient en una acurada i permanent observació, amb monotorització cardiopulmonar i assegurant la permeabilitat de la via aèria.

Els objectius del tractament són prevenir la mort al pacient, especialment per asfíxia; contrarestar els efectes de la tetanospasmina; neutralitzar i eliminar la toxina; i minimitzar i controlar les complicacions.

L'efecte més greu de la toxina tetànica és la mort per asfíxia produïda per un espasme laringeo, com hem comentat anteriorment. Aquests espasmes són dolorosos i poden provocar la contractura permanent dels músculs respiratoris.

⁶⁶ Estriçnina: component que en altres dosis produeix l'estimulació de tot el sistema nerviós central, agitació, dificultat per respirar, orina fosca i convulsions, podent arribar a un fallo respiratori i mort cerebral.

Per aquest motiu, en la majoria de casos, és necessari recórrer a mesures de suport com el ventilador artificial. En els casos més greus, en els quals la ventilació està amenaçada, s'utilitzen bloquejadors neuromusculars com el pancuronio, associat a la ventilació mecànica.



Fotografia d'un exemple de pancuronio.

La sedació és fonamental. Les benzodiazepines són els fàrmacs més utilitzats, ja que disminueixen l'ansietat del malalt, són anticonvulsius d'acció central i actuen com a relaxants musculars. La més utilitzada és el diazepam endovenós en dosis elevades.



Fotografia d'un exemple de diazepam.



Fotografia d'un exemple de benzodiazepines.

L'ús d'antibiòtics està recomanat en tots els casos de tètanus per tal d'eliminar els bacteris encara visibles i reduir la producció de toxina. La penicil·lina sòdica és la més utilitzada, per via endovenosa i en dosis relativament baixes.

Es recomana sempre començar el tractament per l'administració de l'antitoxina, ja que l'ús inicial d'antibiòtics pot condicionar un augment de la toxina circulant.



Fotografia d'un exemple de penicil·lina sòdica.

Els malalts de tètanus estan exposats a diverses complicacions comunes amb les malalties greus, com ara embolisme pulmonar; úlceres; complicacions derivades de l'alimentació; fractures; etc.

El curs del tètanus pot ser llarg (uns dos mesos) i difícil. En l'actualitat, l'hospitalització s'allarga a una mitjana de 15 dies, i un 65% dels malalts necessiten respiració assistida.

La introducció d'unes mesures de suport especial en les unitats de cures intensives ha permès millorar notablement el pronòstic d'aquesta infecció. Recentment les xifres de mortalitat global que s'han registrat són del 30-40%.

3.8 PREVENCIÓ

3.8.1 LA VACUNA ANTITETÀNICA

A Espanya la cobertura de les vacunes de la població adulta, sobretot individus majors de 50 anys i especialment les dones, és molt deficient, la qual cosa concorda amb la major incidència de tètanus en edats avançades (a partir dels 60 anys). La prevalença d'anticossos enfront del tètanus s'estima que és del 98% en menors de 10 anys, augmentant a 99,3% en el grup de 10 a 14 anys. A partir d'aquesta edat la immunitat descendeix de forma progressiva, sent més evident a partir dels 30 anys.

La vacuna antitetànica és un compost proteic obtingut a partir de la toxina tetànica i modificat per l'acció de la calor i del formol⁶⁷(toxoides⁶⁸ o anatoxines⁶⁹).

⁶⁷ Formol: solució aquosa de formaldehid que s'utilitza com antisèptic i especialment com a desinfectant.

⁶⁸ Toxoides: toxina bacteriana atenuada.

Per a la vacunació s'utilitzen els preparats “absorbits” (toxoides tetànics purificats i adsorbits en hidròxid o fosfat d'alumini), amb menors reaccions adverses i major capacitat antigènica.



Fotografia d'un exemple de vacuna antitetànica.

L'eficàcia clínica del toxoide tetànic s'ha estimat en pràcticament el 100%. Després d'una sèrie primària de vacunació antitetànica, pràcticament totes les persones desenvolupen nivells protectors de l'antitoxina. Aquests nivells cauen amb el temps: mentre algunes persones poden estar protegides per a tota la vida, la majoria, als 10 anys de l'última dosi, els nivells de protecció de l'antitoxina són mínims.

La pauta d'administració en nens majors de 7 anys i adults és de dues dosis de toxoide tetànic separades per un interval de 1-2 mesos, seguides d'una tercera dosi d'administració als 6-12 mesos. Ha d'administrar-se una dosi de record cada 10 anys.

En casos de vacunació incompleta es recomana la següent pauta d'actuació:

DOSIS PRÈVIES	SUPOSICIONS	DOSIS A REBRE
Tres dosis.	No han transcorregut 10 anys des de la última dosi.	Cap.

⁶⁹ Anatoxina: producte obtingut al afegir formol a una toxina, produint la pèrdua de les propietats tòxiques però conservant les seves propietats immunitzants.

	Han transcorregut més de 10 anys des de la última dosis.	Una dosis.
Dues dosis.	No han transcorregut 5 anys des de la última dosis.	Una dosis.
	Han transcorregut 5 anys des de la última dosis.	Dues dosis amb un més de interval.
Una dosi.	No han transcorregut 5 anys des de la última dosis.	Dues dosis amb un més de interval.
	Han transcorregut 5 anys des de la última dosis.	Aplicació de la pauta completa (tres dosis).

La conducta a seguir en cas de ferides dependrà del estat vacunal del individu i del caràcter de la ferida. Es recomana actuar en cada cas segons les següents pautes:

TIPUS DE VACUNACIÓ	TIPUS DE FERIDA	
	NO SUGGESTIVA	SUGESTIVA (1)
3 dosis, la última fa menys de 5 anys.	-----	-----
3 dosis, la última fa de 5-10 anys.	-----	1 dosis de toxoide
3 dosis, la última fa més de 10 anys.	1 dosis de toxoide	1 dosis de toxoide + IGT (2)
Vacunació incompleta.	Completar la pauta vacunal	Completar la pauta vacunal + IGT (2)
No vacunació o desconeguda.	3 dosis de toxoide	3 dosis de toxoide + IGT (2)

(1) Ferides punxants y/o contaminades amb pols, fems, terra, etc.

(2) Immunoglobulina antitetànica.

En individus amb alteracions de la resposta immunitària (SIDA, hipogammaglobulinèmies, etc.) se'ls hi haurà d'administrar una dosi de gammaglobulina antitetànica (antitoxina) sempre que existeixi una ferida potencialment tetanígena, encara que estiguin correctament vacunats. Ha d'administrar-se per via intramuscular, ja que s'ha relacionat l'ús de la via

subcutània profunda amb un major nombre de reaccions adverses locals. El toxoide tetànic s'administra en dosi de 0.5 ml.



Fotografia d'un exemple de gammaglobulina antitetànica.

3.9 PROFILAXI

La profilaxi es defineix com a conjunt de mesures o prevencions per a evitar una malaltia.

En el cas de la profilaxi antitetànica, es basa en el maneig quirúrgic, la immunització activa o vacunació i la immunització passiva.

3.9.1 EL MANEIG QUIRÚRGIC

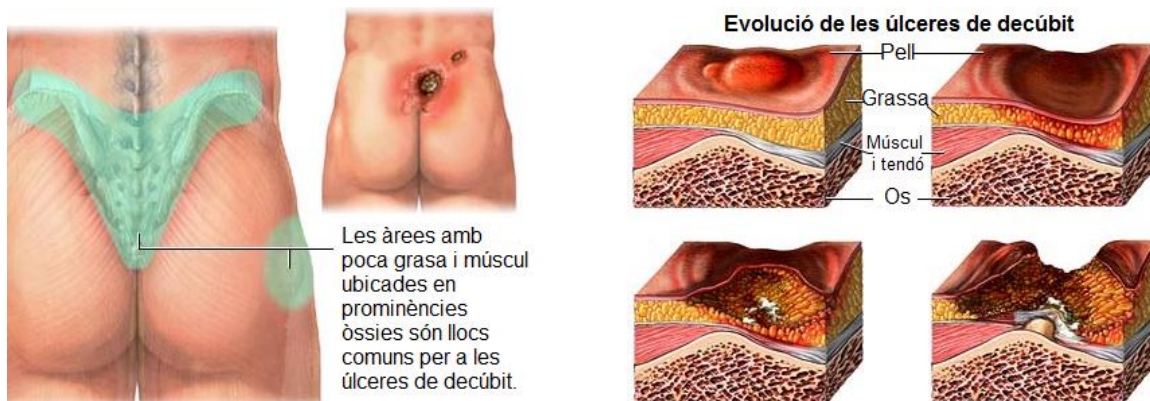
Es realitza un maneig quirúrgic de la ferida, especialment si es tracta d'una lesió susceptible a desenvolupar tètanus o sigui una ferida tetanògena. Es denominen ferides tetanògenes les que són produïdes per armes de foc o pólvora (jocs pirotècnics), les ferides penetrants i profundes (en particular en ambients contaminats amb excrements), les lesions dentals infectades, les otitis supurades, les ferides que contenen cossos estranys, les fractures obertes, les úlceres de decúbit⁷⁰, les cremades i les sutures infectades. El maneig de la ferida inclou el rentat profund, desbridació⁷¹ i resecció⁷² de teixits desvitalitzats o francament necròtics, utilitzant tècniques rigorosament asèptiques⁷³. Aquelles ferides antigues i/o severament contaminades han de deixar-se obertes.

⁷⁰ Úlcera de decúbit: mort del teixit a causa d'una pressió contra la pell que redueix el rec sanguini cap a l'àrea afectada.

⁷¹ Desbridació: eliminació de cossos estranys, teixits necròtics i malalts d'una ferida.

⁷² Resecció: operació quirúrgica que consisteix a llevar una part més o menys extensa d'un òrgan.

⁷³ Asèptiques: absència de microorganismes o de infecció.



Dibuix de les zones més freqüents on trobem úlceres de decúbit.

Dibuix de l'evolució de les úlceres de decúbit.

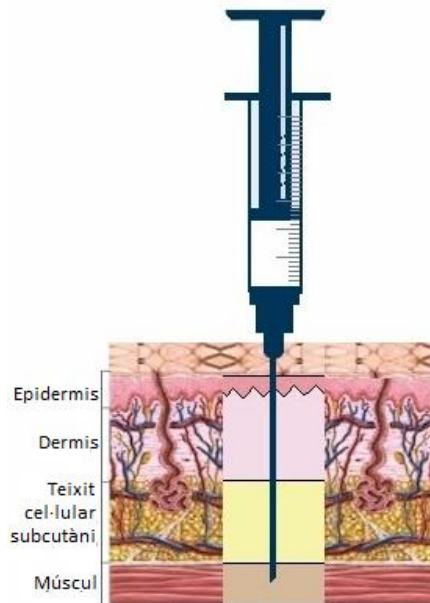
3.9.2 IMMUNITZACIÓ ACTIVA O VACUNACIÓ

Consisteix a administrar per via parenteral⁷⁴ el toxoide tetànic (antitoxina tetànica).

Seran vacunades les següents persones o franges d'edat:

- Tots els nens amb tres mesos d'edat. Se'ls practicaran tres injeccions: la inicial (als tres mesos), una segona a les 4-6 setmanes de la primera i la tercera als 4-6 mesos de la primera injecció.
- Els adults, ja que es requereixen reforços cada 10 anys fins als 60 anys. Després d'aquesta edat, els reforços s'administren cada 5 anys. Són els pacients d'edat avançada els que formen part de la màxima mortalitat quan contreuen tètanus, com ja hem comentat al llarg del treball.
- Els individus sense immunització prèvia que presentin ferides netes, fresques (menys de 6 hores) i menors, en les quals la possibilitat de contreure tètanus és remota.
- Pacients ja immunitzats que presentin ferides netes. Se'ls aplicarà una dosi de reforç, excepte si el pacient en el curs de l'any va acabar la seva vacunació o va rebre dosi de reforç perquè ja és prou immune.

⁷⁴ Via parenteral: via d'administració dels fàrmacs travessant una o més capes de la pell o de les membranes mucoses mitjançant una injecció.



Dibuix explicatiu del funcionament d'una injecció intramuscular.

3.9.3 IMMUNITZACIÓ PASSIVA

Consisteix en la injecció d'anticossos antitetànics. Per això, s'utilitza la globulina antitetànica humana o globulina antitetànica hiperimmune. S'aconsegueix una protecció molt eficaç, tot i que temporal.

S'administra en tota ferida tetanògena de pacients que no existeixi certesa sobre el seu estat de immunització activa.

3.10 EPIDEMIOLOGIA

L'epidemiologia es defineix com a disciplina científica, la qual estudia la distribució, la freqüència, les relacions, les prediccions i el control dels factors relacionats amb la salut i les malalties en poblacions humanes.

En aquest cas, el microorganisme que causa el tètanus és comú sobretot als països subdesenvolupats, ja que en aquests produeix un gran nombre de morts. Per exemple, a la República Argentina s'informen al voltant de cent casos a l'any mentre que a Estats Units és poc usual la seva aparició.

La causa d'aquesta variabilitat entre països és el seu desenvolupament i el seu grau de industrialització: d'una banda les mesures d'higiene, l'assistència sanitària i obstetrícia⁷⁵; i d'altra banda l'estat immunitari de la població.

Hi ha altres factors com l'edat: pot desenvolupar-se tant en nounats com en persones amb edat avançada, encara que en aquestes últimes es registra la major incidència, ja que aquesta lligat a la falta de immunització durant la infància, en el servei militar o simplement per falta de reforç cada deu anys. Un altre factor és el clima, ja que el *Clostridium tetani* és més freqüent en zones càlides i humides.

També pot dependre de l'activitat laboral: treballadors rurals, paletes, agricultors o persones que treballen amb instrumental que augmenta la probabilitat de ferides és un factor de risc per a persones no vacunades, perquè les ferides són la porta d'entrada més freqüent de la infecció tetànica, com ja hem comentat. Fa poc, també s'ha relacionat la malaltia del tètanus amb aquelles persones addictes a drogues subcutànies. Per exemple, els addictes a l'heroïna han fet augmentar la incidència de casos en els centres urbans.

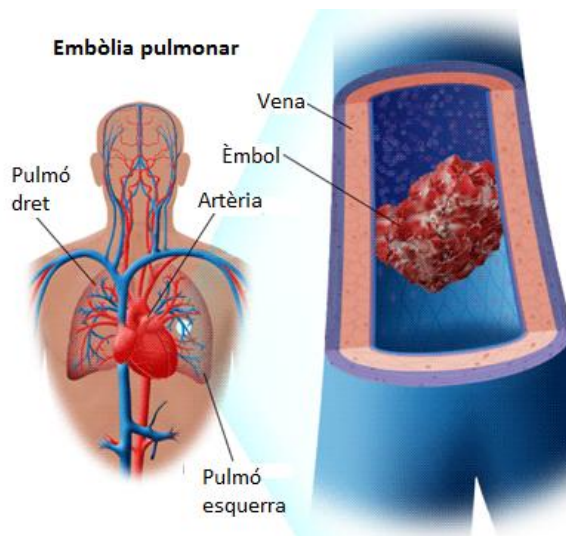
3.11 CONSEQÜÈNCIES I MALALTIES DERIVADES

Les complicacions més comunes solen ser per mort sobtada, embolisme pulmonar, pneumònia per aspiració i insuficiència renal aguda. També poden produir-se diverses fractures a causa dels espasmes musculars.

En el cas de la mort sobtada, es tracta de la complicació més greu del tètanus, ja que és la causa principal de mort en persones amb la malaltia. Aquesta complicació es produeix quan el cor deixa de bategar sobtadament. Pot ocórrer per una gran varietat de raons i en general només es dona en persones que es troben en un estat molt greu a causa del tètanus (en una unitat de cures intensives).

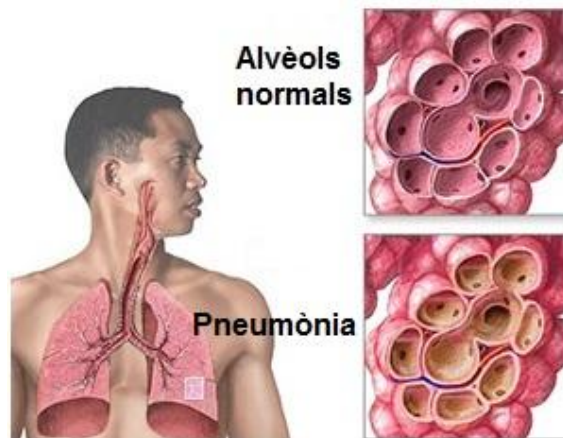
En el cas de l'embòlia pulmonar es tracta d'una malaltia greu i potencialment mortal. És causada per l'obstrucció d'un vas sanguini en els pulmons, que pot afectar la respiració i a la circulació. Per tant, és vital incloure els anti-coagulants en la medicació i fer ús d'una teràpia d'oxigen de manera immediata.

⁷⁵ Obstetrícia: branca de les ciències de la salut que s'ocupa de la dona durant el seu període fètil.



Dibuix explicatiu d'una embòlia pulmonar.

En el cas de la pneumònia per aspiració, es produeix a causa de la dificultat per empassar (disfàgia), de la rigidesa o dels espasmes musculars, que provoquen que hi hagi el risc de que petites quantitats de saliva caiguin en els pulmons. Aquesta complicació es tracta amb antibiòtics.

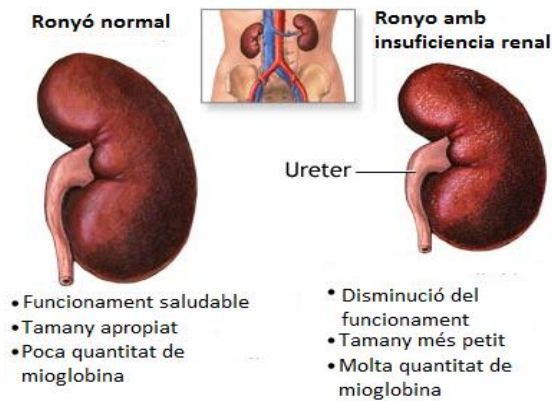


Dibuix comparatiu entre uns alvèols normals i uns amb pneumònia.

Finalment, en el cas de la insuficiència renal aguda, és causada pels espasmes musculars severs. Aquests espasmes poden causar una condició coneguda com rabdomiòlisi⁷⁶. En presència de rabdomiòlisi, els teixits musculars es descomponen, creant una proteïna anomenada mioglobina, present en l'orina.

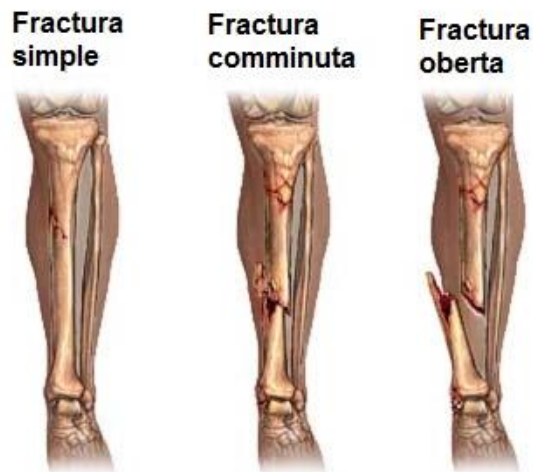
⁷⁶ Rabdomiòlisi: trastorn produït per una necrosi muscular que provoca l'alliberació a la circulació sanguínia de diverses substàncies que, en condicions normals, es troben en el interior de les cèl·lules que componen el teixit muscular.

A causa d'aquesta descomposició, apareix la insuficiència renal aguda, en la qual els ronyons perden sobtadament la majoria o la totalitat de les seves funcions.



Dibuix comparatiu entre un ronyó normal i un amb insuficiència renal.

Com hem dit anteriorment, també poden produir-se fractures durant els espasmes musculars. Aquestes fractures poden ser obertes, si l'os traspassa la pell, o tancades, si l'os no surt a l'exterior a través de la pell. En el cas de trobar fractures, cal controlar l'hemorràgia, en el cas d'una fractura oberta, per tal d'evitar un xoc traumàtic⁷⁷.



Dibuix explicatiu dels tipus de fractura tancada.

⁷⁷ Xoc traumàtic: condició amenaçant per a la vida a causa d'una insuficiència sanguínia als teixits del cos.

4. ELS ANTIBIÒTICS

4.1 DEFINICIÓ

Un antibiòtic és una substància química capaç, a baixes concentracions, d'inhibir el creixement d'altres microorganismes o d'eliminar-los.

Generalment, els antibiòtics actuen sobre bacteris, i alguns sobre certs virus de gran mida, o fins i tot sobre cèl·lules d'individus pluricel·lulars, animals o vegetals, provocant alteracions o de la paret cel·lular, o de la membrana protoplasmàtica, o de la síntesi proteica, o del metabolisme dels àcids nucleics, etc.

Els antibiòtics resulten més o menys tòxics per a les cèl·lules humanes o d'organismes superiors. Aquesta toxicitat oscil·la entre valors elevadíssims (antibiòtic actinomicina) i valors ínfims (antibiòtic penicil·lina). Els antibiòtics de toxicitat baixa, i fins els de toxicitat mitjana, poden ser emprats en la terapèutica de moltes malalties causades per microorganismes (bacteris especialment). En cada cas, però, cal tenir present el marge de toxicitat, i veure fins a quin punt els avantatges aconseguits amb el tractament a base d'antibiòtics compensen o superen les alteracions produïdes per aquests.



Fotografia d'un exemple.
d'actinomicina.



Fotografia d'un exemple de penicil·lina.

Normalment, i dins uns límits raonables, el balanç és positiu a favor dels antibiòtics. Es parla d'antibiòtics amb acció bacteriostàtica si es limiten a inhibir el creixement dels bacteris, o bactericida, si arriben a destruir-los.

En realitat, però, que l'acció sigui bacteriostàtica o bactericida depèn sovint més de la dosi que no pas de l'antibiòtic emprat. Segons l'eficàcia d'un antibiòtic enfront de diversos microorganismes, se li pot atribuir un espectre d'acció més o menys ampli.



Fotografia d'un exemple d'antibiòtic bacteriostàtic.



Fotografia d'un exemple d'antibiòtic bactericida.

La medicina i la veterinària consumeixen la major part dels antibiòtics que actualment són produïts. Els primers antibiòtics utilitzats eren produïts per microorganismes com a resultat d'una biosíntesi⁷⁸ específica. A hores d'ara la majoria dels antibiòtics són producte d'aquesta síntesi i, constantment, se n'obtenen de nous amb la finalitat d'assolir un efecte antiinfecció més eficaç i per tal d'eliminar al màxim els efectes secundaris i tòxics.

GRUPS D'ANTIBIÒTICS ACTIUS DAVANT DE BACTERIS I ELS SEUS PRINCIPALS COMPONENTS

Efecte:	Grup:	Principals components:
Bactericides.	Penicil·lines i derivats.	Penicil·lina G, ampicil·lina, amoxicil·lina, oxacil·lina, colxacil·lina, carbenicil·lina, ticarcil·lina, azlocil·lina, mezlocil·lina, piperil·lina.
	Cefalosporines.	Cefalotina, cefazolina, cefalexina, cefadroxil, cefaclor, cefuroxima, cefamandol, ceforamida, cefonicid, cefoxitina, cefotaxima, ceftizoxima, ceftriaxona, moxalactam, cefoperazona, ceftacidima.
	Aminoglicòsids.	Estreptomina, neomicina, ribostamicina,

⁷⁸ Biosíntesi: procés cel·lular mitjançant el qual els organismes elaboren substàncies químiques complexes a través d'altres substàncies més senzilles.

		paramomicina, gentamicina, sisomicina, netilmicina, Kanamicina, amikacina, tobramicina, espectinomicina.
Bacteriostàtics.	Tetraciclins.	Tetraciclina base, clortetraciclina, oxitetraciclina, dimetilcrotetraciclina, minociclina, doxiciclina.
	Cloramfenicol.	Cloramfenicol, tiamfenicol
	Macròlids.	Eritromicina, oleandomicin, espiramicina
	Sulfonamides.	Sulfadiazina, sulfisoxazol, sulfametoxazol, sulfadimetoxina, sulfadoxina, sulfacentamina, succinilsulfatiazol, sulfanilamida.

4.2 MECANISMES I TIPUS D'ACCIÓ

Segons el mecanisme d'acció, els antibiòtics es classifiquen bàsicament en dos grans grups: els bacteriostàtics i els bactericides.

Els antibiòtics bacteriostàtics s'introdueixen en els microorganismes i n'impedeixen la reproducció bloquejant diverses estructures com ara els ribosomes encarregats de fabricar les proteïnes de l'organisme bacterià o els àcids nucleics que en regeixen el procés de reproducció.

Entre els antibiòtics bacteriostàtics més importants, hi ha les denominades tetraciclins, el cloramfenicol, mostrat en una foto en un apartat anterior, i els macròlids, també en una foto anterior.

També es sol incloure en aquest grup d'antibiòtics les denominades sulfonamides o sulfamides, que exerceixen un efecte bacteriostàtic impedit que els microorganismes incorporin de l'entorn una substància denominada PABA, o àcid paraaminobenzoic, que els és imprescindible per a mantenir el metabolisme.



Fotografia d'un exemple d'àcid
paraminobenzoic.

Els antibiòtics bactericides actuen alterant la permeabilitat en la paret cel·lular del germen o blocant la fabricació de proteïnes essencials per a la seva estructura, de manera que la paret s'acaba col·lapsant o esclatant.

Entre els antibiòtics bactericides més importants hi ha el grup de les penicil·lines i derivats, les cefalosporines i el grup dels aminoglicòsids.



Fotografia d'un exemple de cefalosporina.



Fotografia d'un exemple d'aminoglicòsid.

La ineficàcia dels antibiòtics en cas de malalties infeccioses d'origen víric és deguda al fet que els virus no disposen ni de paret cel·lular ni de membrana, per la qual cosa no poden ésser eliminats pels antibiòtics bactericides; i pel fet de que les estructures víriques que participen en el procés de reproducció són massa senzilles per tal de que els antibiòtics bacteriostàtics els puguin afectar.

L'administració dels antibiòtics adequats col·labora substancialment en l'eliminació o l'aturada dels processos infecciosos específics contra els quals són indicats. No obstant això, perquè els gèrmens siguin eliminats completament, cal la participació del sistema defensiu de l'organisme. Per aquesta raó, la teràpia amb antibiòtics en malalts immunodeprimits, per exemple, els individus que pateixen de SIDA o leucèmies no sol ésser eficaç.

4.3 ESPECTRE D'ACCIÓ

Es denomina espectre d'acció la gamma d'espècies de microorganismes contra el quals actua un determinat antibiòtic.

Alguns antibiòtics, la majoria dels quals es classifiquen com a bactericides, es consideren de petit espectre, o d'espectre reduït, pel fet de que actuen específicament contra un nombre relativament limitat d'espècies de microorganismes.

Al contrari, altres antibiòtics, com en general els bacteriostàtics, es consideren d'espectre ampli, perquè actuen contra una gran varietat de microorganismes.

Com que l'acció d'un determinat fàrmac antibiòtic només serà efectiva contra un grup concret de gèrmens i ineficaç contra la resta, sempre se n'han de precisar les indicacions. En aquest sentit, cal destacar el perjudici que pot suposar l'automedicació de fàrmacs d'aquesta mena, l'administració dels quals sempre ha d'ésser indicada pel metge, un cop realitzada la diagnosi etiològica de la infecció, o bé a partir de la presumpció diagnòstica, a partir dels signes i símptomes de cada cas en concret.

GRUPS D'ANTIBIÒTICS ACTIUS DAVANT DE BACTERIS I L'ESPECTRE D'ACCIÓ QUE ELS CORRESPON

Grup d'antibiòtics	Espectre d'acció
Penicil·lines.	Bacteris Grampositius i alguns de Gramnegatius.
Cefalosporines.	Bacteris Grampositius i Gramnegatius.
Aminoglicòsids.	Bacteris Gramnegatius: estafilococs; estreptococs; pneumococs.
Tetraciclines.	Bacteris Grampositius i Gramnegatius.
Cloramfenicol.	Bacteris Grampositius i Gramnegatius.
Macròlids.	Bacteris Grampositius, Gramnegatius i anaeròbics.
Sulfonamides.	Bacteris Grampositius i Gramnegatius.

4.4 RESISTÈNCIA BACTERIANA ALS ANTIBIÒTICS

La resistència bacteriana és la capacitat que tenen alguns bacteris de tolerar l'efecte bacteriostàtic o bactericida d'un determinat antibiòtic.

En condicions normals, els bacteris són resistents als antibiòtics en l'espectre dels quals no són inclosos. Tanmateix, en nombroses ocasions, una determinada soca o grup de bacteris pateix una mutació en el contingut genètic i dóna pas a l'aparició i posterior reproducció de noves soques resistents a l'acció d'antibiòtics que fins aleshores hi tenien un efecte bacteriostàtic o bactericida.

Les mutacions genètiques són relativament habituals entre les espècies que es reproduïxen de forma accelerada, com és el cas dels bacteris. No obstant això, l'aparició de soques resistents a un determinat tipus d'antibiòtic només es produeix en presència d'aquest fàrmac, i es facilita quan el medicament s'administra en dosis insuficients o quan el tractament s'interromp abans que els bacteris n'hagin estat completament eliminats. En aquests casos, doncs, els bacteris que hi sobreviuen poden patir una mutació en el seu codi genètic com una manera d'adaptar-se a les condicions químiques de l'entorn.

La principal conseqüència d'aquest fet és que nombrosos tipus d'antibiòtics que en èpoques passades eren eficaços per a combatre alguns bacteris, avui dia ja no ho són, o bé en dosis que sobrepassen els límits de toxicitat, precisament perquè els bacteris s'hi han fet resistents.

Per aquesta raó, es fa necessària l'elaboració i l'ús permanent de nous tipus d'antibiòtics, el període d'efectivitat dels quals resulta, en general, cada vegada més breu.

Per tal d'aconseguir la completa eliminació del microorganismes causants d'una determinada malaltia infecciosa, i al mateix temps evitar-ne l'aparició de soques resistents, cal administrar els antibiòtics a les dosis, la freqüència i durant el període de temps que el metge establirà segons les característiques del microorganisme i l'individu de què es tracti.

4.5 EFECTES ADVERSOS I CONTRAINDICACIONS

L'administració d'antibiòtics pot donar peu a l'aparició d'una gran diversitat d'efectes indesitjables, que en general no tenen gaire importància perquè remeten en suspendre el tractament, tot i que en alguns casos produeixen lesions serioses o irreversibles.

En general, els efectes adversos es presenten en tractaments prolongats o amb dosis elevades. No obstant això, en algunes circumstàncies es produeixen durant les primeres fases del tractament, fins i tot si s'administra a dosis relativament baixes.

La presentació dels efectes adversos durant l'administració d'antibiòtics depèn, bàsicament, d'algunes característiques pròpies d'aquests fàrmacs, com poden ser: el mecanisme d'acció o la toxicitat; la via d'administració que s'empra; les dosis que se n'administren; i diverses circumstàncies inherents a la persona que segueix un tractament amb antibiòtics, com ara l'al·lèrgia o la sensibilització envers determinats antibiòtics, l'embaràs, l'administració simultània d'altres fàrmacs, o l'existència prèvia de certs trastorns, com ara gastritis⁷⁹ o úlcera pèptica⁸⁰, insuficiència renal o insuficiència hepàtica⁸¹.

D'altra banda, l'administració de certs tipus d'antibiòtics en determinades circumstàncies o determinats individus està contraindicada precisament per a evitar la presentació d'efectes indesitjables.

Quan, després de l'administració d'un antibiòtic, es produeixen efectes adversos d'importància, el tractament amb l'antibiòtic s'interromp, i es continua amb un altre antibiòtic l'espectre d'acció del qual sigui similar. De la mateixa manera, si un antibiòtic està contraindicat per alguna raó, per exemple embaràs o al·lèrgia, el tractament s' inicia directament amb un altre l'espectre d'acció el qual resulti adequat.

⁷⁹ Gastritis: inflamació de la mucosa gàstrica.

⁸⁰ Úlcera pèptica: defecte del revestiment de l'estómac o de la primera part del intestí prim, el duodè.

⁸¹ Insuficiència hepàtica: incapacitat del fetge de portar a terme les seves funcions metabòliques i secretores.

EFFECTES ADVERSOS I CONTRAINDICACIONS MÉS IMPORTANTS DELS ANTIBIÒTICS

Grups d'antibiòtics	Efectes adversos més freqüents	Contraindicacions
Penicil·lines.	Reaccions al·lèrgiques lleus, xoc anafilàctic, molèsties gastrointestinals.	Al·lèrgia a les penicil·lines.
Cefalosporines.	Reaccions al·lèrgiques lleus, molèsties gastrointestinals, trastorns renals, trastorns auditius, trastorns renals.	Al·lèrgia a les cefalosporines, embaràs, miastènia greu.
Aminoglicòsids.	Trastorn auditius, trastorns renals.	Embaràs, miastènia greu.
Tetraciclines.	Molèsties gastrointestinals, alteracions de l'esmalt dentari, lesions hepàtiques, trastorns renals, trastorns ossis, alteracions sanguínies, reaccions al·lèrgiques, erupcions cutànies, molèsties oculars, hipertensió endocraniana.	Embaràs, menors de 12 anys, insuficiència renal, al·lèrgia a tetraciclines.
Cloramfenicol.	Molèsties gastrointestinals, alteracions sanguínies, trastorns neurològics, erupcions cutànies.	S'administren si no és possible d'emprar un altre antibiòtic perquè pot generar alteracions sanguínies greus.
Macròlids.	Molèsties gastrointestinals, lesions hepàtiques, reaccions al·lèrgiques	Per via parental durant l'embaràs.
Sulfonamides.	Reaccions al·lèrgiques, molèsties gastrointestinals, lesions renals, erupcions cutànies.	Insuficiència renal, darrers 15 dies de l'embaràs, nounats, ús molt limitat, en general.

PART PRÀCTICA

1. INTRODUCCIÓ A LA PART PRÀCTICA

El tètanus és responsable de més d'un milió de morts anuals, com hem comentat en la introducció del treball, la major part dels quals corresponen a països en vies de desenvolupament. La seva incidència està relacionada amb les condicions socioculturals i higienico-sanitàries, i amb l'estat immunitari de la població. Per aquest fet, la conscienciació i educació de la població és una part fonamental per a prevenir aquesta malaltia. Aquests coneixements ens els proporcionen els primers auxilis.

També és imprescindible per a la supervivència d'una víctima l'actuació envers el problema que pugui patir. En el cas de trobar-nos amb una persona amb una ferida que probablement s'infectarà, cal tractar-la correctament i enviar-la a l'hospital un cop estigui estable, i així reduir la probabilitat de contagi, per exemple, del tètanus.

Per tant, la malaltia del tètanus i els primers auxilis van de la mà, ja sigui pel fet de ser una malaltia infecciosa, i per tant, és necessari una actuació correcte davant de qualsevol ferida; o bé perquè el tètanus pot derivar en diversos problemes greus que, sense l'actuació i el tractament adequat, poden provocar la mort.

Aquesta part del treball està separada en dues parts molt diferenciades però, com hem argumentat, a la vegada connectades de manera directe: una part de conscienciació dels joves sobre primers auxilis, i principalment davant de ferides i fractures, i una part d'experimentació amb el gènere *Clostridium*. En la part d'experimentació, comprovarem la resistència d'aquest gènere envers els antibiòtics més utilitzats clínicament. També analitzarem l'afectació de les toxines que provoca el *Clostridium tetani* davant d'organismes eucariotes, concretament, de larves d'*Artèmia salina*.

2. RESISTÈNCIA DEL GÈNERE CLOSTRIDIUM DAVANT DIVERSOS ANTIBIÒTICS

En aquesta part, com hem comentat en la introducció a la part pràctica, durem a terme un antibiograma, és a dir, una prova on es demostra la resistència d'un cert microorganisme davant una sèrie d'antibiòtics determinats.

L'antibiograma es tracta d'una prova en la qual es mesura, a partir del diàmetre del halo que es formi al voltant de cada antibiòtic, la resistència del microorganisme sembrat.

Per saber si es considera que aquell microorganisme és resistent, intermedi o sensible davant de l'antibiòtic es busca en una taula de referència, on trobem cada antibiòtic i el diàmetre a partir del qual es considerat resistent, intermedi o sensible.

2.1 PLANTEJAMENT I INTRODUCCIÓ

En aquest apartat de la part pràctica, com hem dit anteriorment, és comprovar la resistència de diversos antibiòtics davant del gènere *Clostridium*.

Per poder dur a terme aquesta prova, primerament, hem de recuperar diversos *Clostridium*, ja que en aquest cas és troben en sulfít reductor⁸². Tot i saber que es tracta de mostres on el gènere *Clostridium* hi és present, és necessari duu a terme diverses proves per confirmar si aquestes mostres les podrem utilitzar, o si per contra han estat contaminades.

Un cop tinguem els *Clostridium* recuperats i haguem dut a terme les diverses proves passarem a fer l'antibiograma.

2.2 RECUPERACIÓ DE CLOSTRIDIUM

En aquest apartat passarem a recuperar els *Clostridium* que es troben en forma de Sulfits Reductors, ja que en el laboratori on treballarem les diverses mostres es troben en una col·lecció de diversos preparats microscòpics, ja sigui en forma de placa o tub d'assaig.

⁸² Sulfít reductor: forma dels bacteris amb la qual són capaços de reduir el sulfít a sulfur i produir espores. El fet de produir espores els aporta una gran resistència.

2.2.1 MATERIAL

- Tubs de medi SPS i TNS.
- Plaques de petri.
- Mostres de *Clostridium* en forma de sulfit reductor.
- Campana.
- Hisops.
- Recipient hermètic i metàl·lic.
- Estufa de 37°C.
- Material per a fer la tinció de Gram (explicat en el glossari).

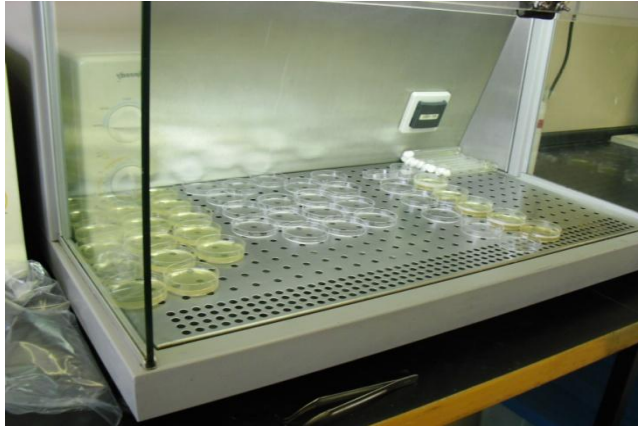
2.2.2 PROCEDIMENT

Per començar, recuperarem 17 tubs de *Clostridium* en un medi de SPS (sulfit polimixina sulfadiacina agar) i 6 tubs de *Clostridium* en un medi de TSN (triptona sulfit neomicina agar).

Abans de recuperar els tubs de *Clostridium* hem d'emplacar (col·locar el preparat del medi específic que volem utilitzar en plaques de petri) diversos medis de cultiu per poder-hi sembrar més tard els *Clostridium* recuperats.

Per fer-ho, farem el procediment següent:

1. Agafarem el doble dels tubs de SPS i TSN, ja que per emplacar necessitem dos tubs per placa. Per tant, en el cas del SPS agafarem 34 tubs d'aquest medi, ja que és el doble dels 17 tubs de *Clostridium* en SPS; i en el cas del TSN, agafarem 12 tubs d'aquest medi, ja que és el doble dels 6 tubs de *Clostridium* en TSN.
2. Seguidament, fondrem els 46 tubs en una olla perquè es troben en un estat sòlid, gràcies a l'agar, i per poder-hi treballar han de ser en un medi líquid.
3. Un cop els medis ja estiguin fosos els emplacarem utilitzant la campana, ja que s'ha de fer en una esterilitat estricta, i ho deixarem reposar fins que es solidifiqui.



Fotografia de l'emplacament dels medis.

Posteriorment a aquest procediment passarem a fondre els tubs de *Clostridium* de la següent manera, ja que al tenir un component anomenat Agar-agar es troben en un medi gelatinós, igual que els tubs amb els medis de cultiu:

1. Agafarem els 23 tubs de *Clostridium* (els en medi SPS i TSN) i els fondrem en una olla. En aquest cas, es possible que primer haguem de mesclar i masegar una mica el medi, ja que barrejat amb el microorganisme hi podem trobar aire i per tant al escalfar-se farà que el medi surti cap a fora del tub.



Fotografia dels sulfits reductors.

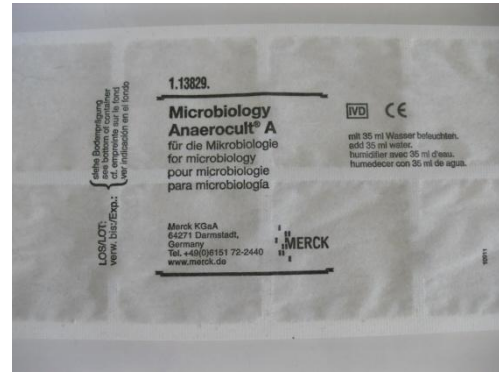


Fotografia dels sulfits fonent-se en l'olla.

2. Un cop fosos, a través d'un hisop i tenint ja el medi solidificat, sembrarem en les plaques, on cada tub va amb la seva placa corresponent.
3. Llavors introduïrem totes les plaques sembrades en un recipient hermètic i metàl·lic, en el qual hi crearem una anaerobiosi estricte utilitzant un generador d'anaerobiosi anomenat Anaerocult, ja que el gènere *Clostridium* està caracteritzat per bacteris anaeròbics estrictes, és a dir, només creixen en ambients sense oxigen.



Fotografia del recipient hermètic metàl·lic.



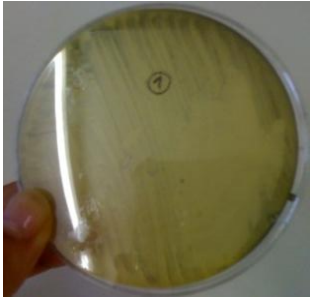




Fotografia del Anaerocult.




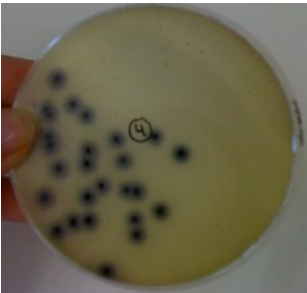

4. Per acabar, col·locarem aquest recipient hermètic en l'estufa de 37°C i esperarem aproximadament 24h a que aquests bacteris creixin.
5. Un cop hagin transcorregut aquestes 24h, rescatarem les plaques de l'estufa de 37°C i passarem a observar si hi ha creixement macroscòpicament compatible amb el gènere *Clostridium*.

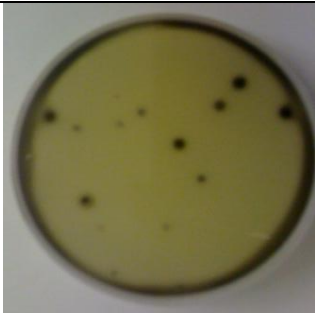

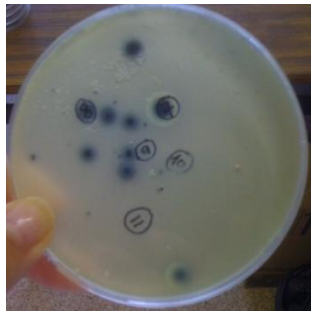

Per saber si la seva morfologia macroscòpica és compatible amb *Clostridium* tindrem en compte diversos factors:

- Les característiques físiques de les colònies de les plaques: color, forma, mida, textura, olor, etc. També l'elevació de les colònies i les seves vores: si són senceres, estrellades, etc. En el cas del gènere *Clostridium*, normalment creix en forma de colònies negres delimitades.
- El temps de incubació i la temperatura del microorganisme: cada microorganisme necessita un temps i una temperatura determinada per poder-se desenvolupar.
- La capacitat d'hemòlisis d'alguns microorganismes: és la capacitat de trencar la membrana dels glòbuls vermells i el seu posterior alliberament del contingut interior (incloent-hi l'hemoglobina). Aquesta capacitat, per això, només es deixarà veure quan els microorganismes creixen en un medi amb sang.

De l'observació macroscòpica de les diverses plaques obtenim els resultats següents (els números de cada mostra han estat atorgats a l'atzar i no tenen cap relació amb el número de placa, ja que no és un factor rellevant en els resultats):

Nº de placa	SPS	TSN	Medi específic <i>Clostridium</i>
Placa 1	Mostra 1; compatible amb <i>Clostridium</i> . Placa amb creixement de colònies negres delimitades. 	Mostra 14; compatible amb <i>Clostridium</i> . Placa amb creixement de colònies negres delimitades. 	-
Placa 2	Mostra 20; no compatible amb <i>Clostridium</i> . Placa amb viratge de color negre. 	Mostra 15; no compatible amb <i>Clostridium</i> . Placa amb viratge de color negre. 	Mostra 12; compatible amb <i>Clostridium</i> . Placa amb creixement de colònies negres delimitades. 

<p>Placa 3</p>	<p>Mostra 2 i 3; compatible amb <i>Clostridium</i>. Placa amb creixement de colònies negres delimitades.</p> 	<p>Mostra 16; no compatible amb <i>Clostridium</i>. Placa amb viratge de color negre.</p> 	<p>Mostra 13; no compatible amb <i>Clostridium</i>. Placa amb creixement de colònies delimitades.</p> 
<p>Placa 4</p>	<p>Mostra 4; compatible amb <i>Clostridium</i>. Placa amb creixement de colònies negres delimitades.</p> 	<p>Mostra 17; compatible amb <i>Clostridium</i>. Placa amb viratge de color negre.</p> 	<p>-</p>
<p>Placa 5</p>	<p>Mostra 5 i 6; compatibles amb <i>Clostridium</i>. Placa amb creixement de colònies negres delimitades.</p>	<p>Mostra 18; no compatible amb <i>Clostridium</i>. Placa amb viratge de color negre.</p>	<p>-</p>

			
Placa 6	<p>Mostra 7,8,9,10 i 11; compatibles amb <i>Clostridium</i> a excepció del 9 del qual no n'estem completament segurs. Plaques amb creixement de colònies negres delimitades.</p> 	<p>Mostra 19; no compatible amb <i>Clostridium</i>. Placa amb viratge de color negre.</p> 	-






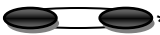

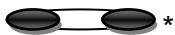

Per tant, de les observacions macroscòpiques que hem fet podem dir que hem obtingut varies mostres macroscòpicament compatibles amb *Clostridium*, a excepció de la mostra 9, de la qual dubtem que pertanyi al gènere *Clostridium*.


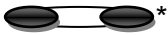
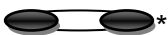

Seguidament, comprovarem a partir de diverses tincions de Gram, quines mostres són compatibles amb aquest gènere.

Tot i que hem trobat diverses mostres que macroscòpicament ja no són compatibles amb *Clostridium*, també els hi farem tinció de Gram per a corroborar-ho. El procediment d'aquesta tinció de Gram està explicada en el glossari.

De tots els microorganismes que hem recuperat només tenen possibilitats de pertànyer al gènere *Clostridium* els bacils Gram positiu i esporulats. Així doncs, aquells bacteris que observem a continuació i no tinguin aquestes característiques seran descartats.

De les tincions de Gram de totes les mostres obtenim els següents resultats. (aquestes característiques han estat preses tenint com a punt de referència el fet de que la mesura d'un *Clostridium* està entre 0.3 - 0.6 µm d'amplada i 3.6 µm de llargada):

Nº de mostra	Característiques dels microorganismes
Mostra 1	Bacils prims i curts, amb una espóra central. 
Mostra 2	Bacils llargs amb una espóra terminal. 
Mostra 3	Bacils llargs amb una espóra terminal. 
Mostra 4	Bacils llargs amb una espóra terminal. 
Mostra 5	Bacils amples i curts, amb una espóra central. 
Mostra 6	Bacils prims i llargs, amb una espóra central. 
Mostra 7	Bacils curts i amples, amb espóra central. 
Mostra 8	Bacils prims i llargs, amb espóra central. 
Mostra 9	Bacils no esporulats.
Mostra 10	Bacils molt prims, semblen que algun està esporulat tot i que no es veu del tot bé.
Mostra 11	Bacils llargs i prims, esporulats, amb una espóra central molt gran però no deformant. 

Mostra 12	Bacils curts i amples, amb espora central. 
Mostra 13	Bacils no esporulats.
Mostra 14	Bacils prims i esporulats, amb una espora central. 
Mostra 15	Bacils no esporulats.
Mostra 16	Bacils prims, llargs i amb una espora central. 
Mostra 17	Bacils curts i prims, amb espora terminal. 
Mostra 18	Bacils no esporulats.
Mostra 19	Bacils no esporulats.
Mostra 20	Bacils no esporulats.

*La part blanca pertany a l'espore, i la part negra al bacteri.

Finalment, per acabar de confirmar si aquestes mostres pertanyen al gènere *Clostridium* o no, durem a terme una prova anomenada API 20A. El procediment d'aquesta prova està explicada en el glossari.

Per fer aquesta prova escollim quatre mostres: mostra 1, mostra 4, mostra 6 i mostra 8. Hem intentat escollir mostres que siguin morfològicament diferents.

Per a poder entendre les taules següents necessitem saber que:

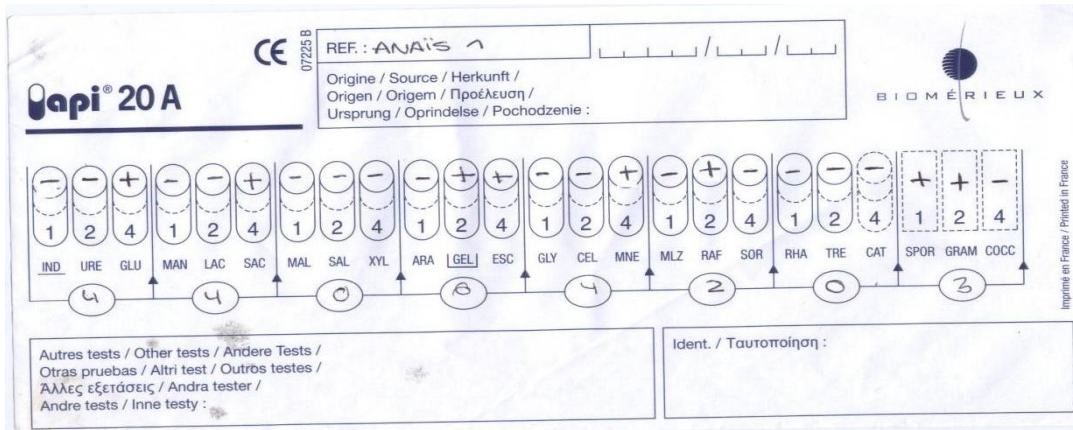
- El taxó significatiu es tracta del microorganisme que té més probabilitat d'ésser.
- El taxó següent es tracta del següent microorganisme que té més probabilitat d'ésser.
- Les proves en contra són les que donen resultats contraris als esperats, i que per tant, seria desitjable repetir.

Aquests són els resultats obtinguts:

MOSTRA N°1

Taxó significatiu	Proves en contra	Taxó següent	Proves en contra
<i>Clostridium perfringens</i> .	LAC 95%; MAL 99%, ESC 4%, RAF 16%, TRE 76%.	<i>Actinomyces naeslundii</i> .	MAL 94%; GEL 16%; ESC 21%; SPOR 0%.

Perfil numèric mostra n°1:



Fotografia API 20A mostra n°1 abans del període de incubació:



Fotografia API 20A mostra n°1 després del període de incubació:



Per tant, la mostra 1 es tracta d'un *Clostridium perfringens*.

Aquest microorganisme és un bacteri anaeròbic Gram positiu, immòbil i formador d'espores que es troba en els intestins dels éssers humans i de diversos animals homeotèrms⁸³, en el sòl, en l'aigua, en els aliments (sobretot en les carns que no estan ben cuinades), entre altres.

En el cas de que no fos aquest microorganisme, seria un *Actinomyces naeslundii*: bacils Gram positius que és troben en la cavitat oral. Estan implicats en les càries.

MOSTRA N°4

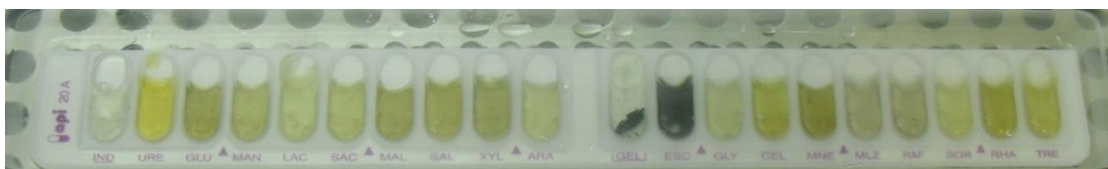
Taxó significatiu	Proves en contra	Taxó següent	Proves en contra
<i>Clostridium beijeinckii</i> ; 93.6 %	MLZ 20%; RHA 25%	<i>Bifidobacterium spp</i> 2; 6.0%	SPOR 0%.

Perfil numèric mostra n°4:

Fotografia API 20 A mostra n°4 abans del període de incubació:



Fotografia API 20 A mostra n°4 després del període de incubació:



⁸³ Animals homeotèrms: animals que tenen la seva temperatura corporal constant independentment de les variacions de temperatura en l'ambient.

En la mostra 4, per tant, trobem que es tracta en un 93.6% d'un *Clostridium beijerinckii*.

El *Clostridium beijerinckii* és un bacteri Gram positiu en forma de bastó i mòbil. Aquest bacteri ha estat aïllat en els excrements i en el sòl; és productor d'espores ovalades i subterminals.

També hi ha un 6.0% de probabilitats de tractar-se d'un *Bifidobacterium*, el qual es tracta de bacteris anaeròbics Gram positius sense flagels que habiten en el tracte intestinal i la vagina. Formen part de la microflora intestinal i del còlon. Ajuden a la digestió i a una menor incidència d'al·lèrgies. També són utilitzats com a preventius d'algunes formes de creixement de tumors i com a probiòtics.

MOSTRA N°6

Taxó significatiu	Proves en contra	Taxó següent	Proves en contra
<i>Clostridium beijerinckii</i> ; 99.9 %	GEL 10%	<i>Bifidobacterium spp</i> 2; 0.1%	MAN 99%; GEL 1%; MLZ 85%; SPOR 0%

Perfil numèric mostra n°6:

API 20 A
 REF: ANA'IS 6
 Origine / Source / Herkunft / Origen / Origen / Προέλευση / Ursprung / Oprindelse / Pochodzenie :
 BIOMÉRIEUX
 Imprimé en France / Printed in France

IND	URE	GLU	MAN	LAC	SAC	MAL	SAL	XYL	ARA	GEL	ESC	GLY	CEL	MNE	MLZ	RAF	SOR	RHA	TRE	CAT	SPOR	GRAM	COCC
(+)	(-)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)
4			6			7			7		7				6			2				3	

Autres tests / Other tests / Andere Tests / Otras pruebas / Altri test / Outros testes / Άλλες εξετάσεις / Andra tester / Andre tests / Inne testy :
 Ident. / Ταυτοποίηση :

Fotografia API 20A després del període de incubació:



Fotografia API 20A mostra n°6 després del període de incubació:



En aquesta mostra hi ha un 99.9% de que es tracti d'un *Clostridium beijerinckii*, igual que la mostra anterior.

També, com en la mostra anterior, la segona opció amb un 0.1% aquesta vegada, és el *Bifidobacterium spp 2*.

MOSTRA N°8

Taxó significatiu	Proves en contra	Taxó següent	Proves en contra
<i>Clostridium beijerinckii</i> ; 93.6 %	MLZ 20%; RHA 25%	<i>Bifidobacterium spp 2</i> ; 6.0%	SPOR 0%.

Perfil numèric mostra n°8:

API 20 A REF: ANA i's 8

Origine / Source / Herkunft / Origen / Origem / Προέλευση / Ursprung / Oprindelse / Pochodzenie :

BIOMÉRIEUX

IND URE GLU MAN LAC SAC MAL SAL XYL ARA GEL ESC GLY CEL MNE MLZ RAF SOR RHA TRE CAT SPOR GRAM COCC

Autres tests / Other tests / Andere Tests / Otras pruebas / Altri test / Outros testes / Άλλες εξετάσεις / Andra tester / Andre tests / Inne testy :

Ident. / Ταυτοποίηση :

Fotografia API 20A mostra n°8 abans del període de incubació:



Fotografia API 20A mostra n°8 després del període de incubació:



En aquesta última mostra, obtenim que amb una probabilitat del 93.6% és tracta d'un *Clostridium beijerinckii* i, com en les dues mostres anteriors, la segona opció és el *Bifidobacterium spp 2*.

En el cas de la primera mostra en la que se li ha realitzat l'API 20A MEDIUM (mostra 1), no ens hi apareix cap percentatge ja que considera que s'ha fet una mala lectura dels resultats. Tot i això, no repetirem la prova perquè aquesta ha estat duta a terme amb una mostra on hi havia presència de *Clostridium*, i per tant, té que tractar-se de bacteris pertanyents a aquest gènere. El problema era que no sabíem de quina espècie es tractava i per això hem dut a terme aquesta prova.

2.3 REALITZACIÓ DE L'ANTIBIOGRAMA

Finalitzades totes aquestes proves per poder obtenir les diverses mostres de *Clostridium*, passarem a fer l'antibiograma per conèixer la resistència de les diverses mostres de *Clostridium* que hem escollit (mostra 1,4,6 i 8) envers els següents antibiòtics:

NOM DE L'ANTIBIÒTIC	CARACTERÍSTIQUES
Oxacilina (OXA)	Antibiòtic betalactàmic d'espectre reduït del grup de les penicil·lines, per la qual cosa s'utilitza en el tractament de infeccions causades per bacteris Gram positius.
Cefalotina (KF)	Antibiòtic del grup de les cefalosporines. És molt efectiu en el tractament de infeccions estafilocòccies greus.
Cefuroxime (CXM)	Antibiòtic del grup de les cefalosporines utilitzat en el tractament de diferents infeccions provocades per bacteris susceptibles

	als antibiòtics betalactàmics.
Netilmicina (NET)	Antibiòtic que pertany a la família dels aminoglicòsids. Està indicat per a pacients amb infecció urinària o infecció sistèmica potencialment fatal.
Sulfametoxazol (SXT)	Antibiòtic del tipus sulfonamida. Actua envers soques susceptibles de Streptococcus, Staphylococcus aureus, Escherichia coli, Haemophilus influenzae, i anaerobis orals.
Eritromicina (ERY)	Antibiòtic del grup dels macròlids. S'utilitza pel tractament de infeccions del tracte respiratori superior, la pell i teixits tous; especialment en pacients al·lèrgics a les penicil·lines.
Gentamicina (GN)	Antibiòtic del tipus aminoglicòsid. S'utilitza com a antibiòtic per eradicar infeccions formades per bacteris sensibles. També serveix per tractar diverses malalties greus de pell, pulmó, estómac, vies urinàries i sang.
Rifampicina (RD)	Antibiòtic del grup de les rifamicines. Està normalment indicada en el tractament de les infeccions per Mycobacterium, incloent la tuberculosi i la lepra.

Amikacina (AK)	Antibiòtic del grup dels aminoglicòsids, usat en el tractament de diferents infeccions bacterianes.
Aztreonam (ATM)	Antibiòtic betalactàmic sintètic, però aïllat originalment del bacteri <i>Chromobacterium violaceum</i> . S'utilitza, sobretot, per infeccions causades per <i>Pseudomonas aeruginosa</i> .
Carbenicilina (CAR)	Antibiòtic que pertany al grup de les carboxipenicilines, un dels subgrups de les penicil·lines. És utilitzada per tractar infeccions humanes i de la glàndula prostàtica.
Cloramfenicol (C)	Antibiòtic pertanyent al grup dels anfenicols. És efectiu envers un ampli espectre de microorganismes però a causa dels seus seriosos efectes secundaris (dany a la medul·la òssia, incloent anèmia) en humans, el seu ús es limita a infeccions molt greus.
Fosfomicina (FOS)	Antibiòtic sintetitzat a partir de certes espècies del bacteri Gram positiu <i>Streptomyces</i> . S'indica en el tractament d'infeccions urinàries.
Cloxacilina (CTX)	Antibiòtic betalactàmic, del grup de les penicil·lines. S'utilitza normalment per a infeccions de la pell i teixits tous.

Els antibiòtics que utilitzarem són els utilitzats en bacteris Gram positius i Gram negatius. Tot i que l'espècie *Clostridium tetani* són bacteris de Gram positiu hem fet l'antibiograma de Gram positiu i negatiu. Entre aquests antibiòtics hem escollit els més utilitzats clínicament.

Per fer aquest antibiograma, hem seguit els següents passos:

1. Fem una dissolució de 0.5 McFarland de cada mostra (mostra 1,4,6,8) de *Clostridium* en un medi especial.
2. Seguidament, inocularem 100 µl de la dissolució de *Clostridium* feta anteriorment en una placa del medi TSA (triptona soja agar) i ho sembrem amb una nansa de Drigalsky⁸⁴.
3. Col·loquem el disc d'antibiograma.
4. Posem les plaques dins del recipient hermètic i metàl·lic (utilitzat anteriorment) i ho col·loquem en la estufa de 37°C en anaerobiosi.

2.4 RESULTATS

Per a poder obtenir aquests resultats hem fet la lectura de les plaques de la manera següent:

1. Mesurem amb un regla el halo de inhibició de cada disc, partint des del disc fins on s'inhibeix el creixement.
2. Comparem la longitud obtinguda de cada halo amb uns resultats estandarditzats que ens informaran si l'antibiòtic serà efectiu o no envers el bacteri utilitzat.

L'halo de cada disc és la part on no hi ha crescut el bacteri, i que per tant, l'antibiòtic l'ha inhibit.

Per a poder considerar si l'antibiòtic és resistent, sensible o intermedi envers el bacteri hem de comparar els resultats obtinguts amb la següent taula:

⁸⁴ Nansa de Digralsky: utensili de vidre amb un extrem en forma de triangle, buit de dins. S'utilitza per fer sembra en placa.

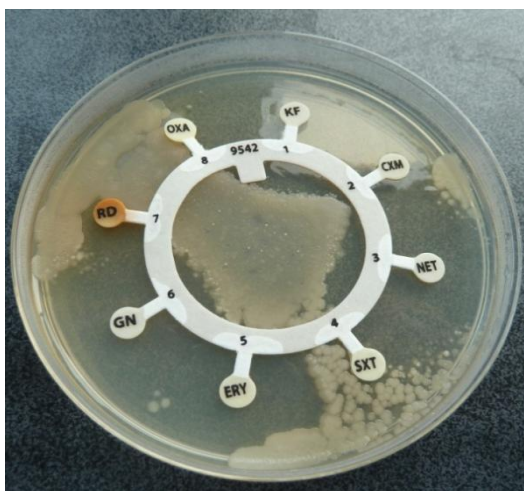
NOM DE L'ANTIBIÒTIC	LONGITUD DE L'HALO OBTINGUT (mm)		
	SENSIBLE	INTERMEDI	RESISTENT
Oxacilina (OXA)	13 mm o més	11-12 mm	10 mm o inferior
Cefalotina (KF)	18 mm o més	15-17 mm	14 mm o inferior
Cefuroxime (CXM)	23 mm o més	15-22 mm	14 mm o inferior
Netilmicina (NET)	15 mm o més	13-14 mm	12 mm o inferior
Sulfametoxazol (SXT)	19 mm o més	16-18 mm	15 mm o inferior
Eritromicina (ERY)	23 mm o més	14-22 mm	13 mm o inferior
Gentamicina (GN)	15 mm o més	13-14 mm	12 mm o inferior
Rifampicina (RD)	20 mm o més	17-19 mm	16 mm o inferior
Amikacina (AK)	17 mm o més	15-16 mm	14 mm o inferior
Aztreonam (ATM)	22 mm o més	16-21 mm	15 mm o inferior
Carbenicilina (CAR)	17 mm o més	14-16 mm	13 mm o inferior
Cloramfenicol (C)	21 mm o més	18-20 mm	17 mm o inferior
Fosfomicina (FOS)	16 mm o més	13-15 mm	12 mm o inferior
Cloxacilina (CTX)	24 mm o més	-	-

Hem fet l'antibiograma de les mostres 1,4,6,8 i també d'una mostra de *Clostridium tetani* de col·lecció. En el cas d'aquesta última mostra, l'antibiograma s'ha hagut de dur a terme en laboratoris de seguretat biològica i en condicions molt estrictes de seguretat a causa de la seva patogènia.

ANTIBIOGRAMA DE LA MOSTRA DE *CLOSTRIDIUM TETANI*

Un cop feta la lectura d'aquesta mostra i la comparació amb la taula anterior, hem obtingut els següents resultats:

NOM DE L'ANTIBIÒTIC	HALUS (mm)	INTERPRETACIÓ
Oxacilina (OXA)	0 mm	Resistent
Cefalotina (KF)	28 mm	Sensible
Cefuroxime (CXM)	24 mm	Sensible
Netilmicina (NET)	28 mm	Sensible
Sulfametoxazol (SXT)	0 mm	Resistent
Eritromicina (ERY)	26 mm	Sensible
Gentamicina (GN)	25 mm	Sensible
Rifampicina (RD)	10 mm	Resistent
Amikacina (AK)	21 mm	Sensible
Aztreonam (ATM)	0 mm	Resistent
Carbenicilina (CAR)	34 mm	Sensible
Cloramfenicol (C)	8 mm	Resistent
Fosfomicina (FOS)	30 mm	Sensible
Cloxacilina (CTX)	0 mm	Resistent



Fotografia del antibiograma per a Gram positius de la mostra de *Clostridium tetani* amb els antibiòtics OXA, KF, CXM, NET, SXT, ERY, GN i RD.



Fotografia de l'antibiograma per a Gram negatius de la mostra de *Clostridium tetani* amb els antibiòtics RD, AX, ATM, CAR, C, FOS, NET, CTX.

Els antibiòtics que escolliríem com a possibles antibiòtics per al tractament de la malaltia que produeix el *Clostridium tetani*, és a dir, el tètanus, són aquells que hem interpretat com a sensibles envers aquest bacteri.

Per tant, els antibiòtics que escolliríem serien la Cefalotina (KF), l'Eritromicina (ERY), la Cefuroxime (CXM), la Gentamicina (GN), la Netilmicina(NET), la Fosfomicina (FOS), la Cabernicilina (CAR) i l'Amikacina (AK).

ANTIBIOGRAMA DE LA MOSTRA N°1 (*CLOSTRIDIUM PERFRINGENS*)

Després d'haver fet la lectura del antibiograma, tal i com hem explicat anteriorment, i feta la comparació amb la taula, també esmentada en un apartat anterior, hem obtingut els resultats següents:

NOM DE L'ANTIBIÒTIC	HALUS (mm)	INTERPRETACIÓ
Oxacilina (OXA)	0 mm	Resistent
Cefalotina (KF)	29 mm	Sensible
Cefuroxime (CXM)	27 mm	Sensible
Netilmicina (NET)	29 mm	Sensible
Sulfametoxazol (SXT)	2 mm	Resistent
Eritromicina (ERY)	27 mm	Sensible
Gentamicina (GN)	26 mm	Sensible
Rifampicina (RD)	9 mm	Resistent
Amikacina (AK)	22 mm	Sensible
Aztreonam (ATM)	0 mm	Resistent
Carbenicilina (CAR)	35 mm	Sensible
Cloramfenicol (C)	7 mm	Resistent
Fosfomicina (FOS)	32 mm	Sensible
Cloxacilina (CTX)	0 mm	Resistent

Per tant, els antibiòtics que escolliríem com a possibles antibiòtics per al tractament del *Clostridium perfringens* serien aquells que hem interpretat com a sensibles envers la mostra utilitzada.

Així doncs, els antibiòtics que proposaríem com a possibles antibiòtics serien la Cefalotina (KF), l'Eritromicina (ERY), la Cefuroxime (CXM), la Gentamicina (GN), la Netilmicina (NET), la Fosfomicina (FOS), la Cabernicilina (CAR) i l'Amikacina (AK).

En aquest cas podem observar que la interpretació davant dels diversos antibiòtics, ja sigui en el cas de la mostra de *Clostridium tetani* com en el cas de la mostra de *Clostridium perfringens*, ha estat la mateixa, variant només amb la longitud de l'halo.

ANTIBIOGRAMA DE LA MOSTRA Nª4 (*CLOSTRIDIUM BEIJERINCKII*)

Un cop feta la lectura del antibiograma d'aquesta mostra 4 duent a terme els diversos passos esmentats anteriorment, hem obtingut els següents resultats:

NOM DE L'ANTIBIÒTIC	HALUS (mm)	INTERPRETACIÓ
Oxacilina (OXA)	0 mm	Resistent
Cefalotina (KF)	30 mm	Sensible
Cefuroxime (CXM)	29 mm	Sensible
Netilmicina (NET)	31 mm	Sensible
Sulfametoxazol (SXT)	0 mm	Resistent
Eritromicina (ERY)	28 mm	Sensible
Gentamicina (GN)	25 mm	Sensible
Rifampicina (RD)	3 mm	Resistent
Amikacina (AK)	24 mm	Sensible
Aztreonam (ATM)	0 mm	Resistent
Carbenicilina (CAR)	39 mm	Sensible
Cloramfenicol (C)	5 mm	Resistent
Fosfomicina (FOS)	32 mm	Sensible
Cloxacilina (CTX)	0 mm	Resistent

Així doncs, els antibiòtics que triaríem com a possible tractament pel *Clostridium beijerinckii* són aquells que han donat una interpretació sensible davant del microorganisme en qüestió.

Per tant, els antibiòtics que podríem considerar com a possibles serien la Cefalotina (KF), l'Eritromicina (ERY), la Cefuroxime (CXM), la Gentamicina (GN), la Netilmicina (NET), la Fosfomicina (FOS), la Cabernicilina (CAR) i l'Amikacina (AK).

En aquest cas, igual que en l'anterior, podem observar que la interpretació davant dels diversos antibiòtics, ja sigui en el cas de la mostra de *Clostridium tetani*, la mostra de *Clostridium perfringens* o la mostra de *Clostridium beijerinckii*, ha estat la mateixa, variant només amb la longitud de l'halo.

ANTIBIOGRAMA DE LA MOSTRA N°6 (*CLOSTRIDIUM BEIJERINCKII*)

Un cop haguem duta a terme la lectura del antibiograma de la mostra 6, a partir del procediment explicat anteriorment, podem dir que els resultats obtinguts són els següents:

NOM DE L'ANTIBIÒTIC	HALUS (mm)	INTERPRETACIÓ
Oxacilina (OXA)	0 mm	Resistent
Cefalotina (KF)	29 mm	Sensible
Cefuroxime (CXM)	28 mm	Sensible
Netilmicina (NET)	29 mm	Sensible
Sulfametoxazol (SXT)	0 mm	Resistent
Eritromicina (ERY)	28 mm	Sensible
Gentamicina (GN)	25 mm	Sensible
Rifampicina (RD)	6 mm	Resistent
Amikacina (AK)	27 mm	Sensible
Aztreonam (ATM)	0 mm	Resistent
Carbenicilina (CAR)	37 mm	Sensible
Cloramfenicol (C)	6 mm	Resistent
Fosfomicina (FOS)	31 mm	Sensible
Cloxacilina (CTX)	0 mm	Resistent

Seguint el mateix procediment que en les altres mostres, els antibiòtics que triaríem per a un possible tractament del *Clostridium beijerinckii* són aquells que han donat una interpretació sensible al dur a terme l'antibiograma.

Així doncs, podem concloure que els antibiòtics considerats com a possibles antibiòtics serien la Cefalotina (KF), l'Eritromicina (ERY), la Cefuroxime (CXM), la Gentamicina (GN), la Netilmicina(NET), la Fosfomicina (FOS), la Cabernicilina (CAR) i l'Amikacina (AK).

En aquest cas, igual que en els anteriors, podem observar que la interpretació davant dels diversos antibiòtics, tant en el cas de la mostra de *Clostridium tetani*, la mostra de *Clostridium perfringens* o les dues mostres diferents de *Clostridium beijerinckii*, ha estat la mateixa, variant només amb la longitud de l'halo.

ANTIBIOGRAMA DE LA MOSTRA Nª8 (*CLOSTRIDIUM BEIJERINCKII*)

Seguint els mateixos passos que en els antibiogrames anteriors obtenim una lectura, de la qual en podem extreure els resultats següents:

NOM DE L'ANTIBIÒTIC	HALUS (mm)	INTERPRETACIÓ
Oxacilina (OXA)	0 mm	Resistent
Cefalotina (KF)	30 mm	Sensible
Cefuroxime (CXM)	27 mm	Sensible
Netilmicina (NET)	28 mm	Sensible
Sulfametoxazol (SXT)	2 mm	Resistent
Eritromicina (ERY)	23 mm	Sensible
Gentamicina (GN)	25 mm	Sensible
Rifampicina (RD)	8 mm	Resistent
Amikacina (AK)	24 mm	Sensible
Aztreonam (ATM)	2 mm	Resistent
Carbenicilina (CAR)	33 mm	Sensible
Cloramfenicol (C)	4 mm	Resistent
Fosfomicina (FOS)	29 mm	Sensible
Cloxacilina (CTX)	0 mm	Resistent

Lògicament, els antibiòtics que escolliríem per a poder tractar el *Clostridium beijerinckii* serien aquells que la seva interpretació envers el microorganisme ha estat sensible.

Així doncs, podem dir que els antibiòtics considerats com a possibles serien la Cefalotina (KF), l'Eritromicina (ERY), la Cefuroxime (CXM), la Gentamicina (GN), la Netilmicina (NET), la Fosfomicina (FOS), la Cabernicilina (CAR) i l'Amikacina (AK).

En aquest cas, igual que en els anteriors, podem observar que la interpretació davant dels diversos antibiòtics, ja sigui en el cas de la mostra de *Clostridium tetani*, la mostra de *Clostridium perfringens* o les tres mostres diferents de *Clostridium beijerinckii*, ha estat la mateixa, variant només amb la longitud de l'halo.

2.5 CONCLUSIONS

Observant les diverses taules de resultats podem veure clarament que hi ha una gran semblança entre tots els antibiogrames duts a terme, tot i tractar-se d'espècies diferents de *Clostridium*.

La interpretació, com hem dit anteriorment, és la mateixa per a tots els antibiogrames, és a dir, l'acció dels diferents antibiòtics envers les diferents soques de *Clostridium* ha estat la mateixa: tots els antibiogrames han donat una interpretació resistent envers els antibiòtics Cloxacilina, Cloramfenicol, Aztreonam, Rifampicina, Sulfametoxazol i Oxacilina; i una interpretació sensible envers els antibiòtics Fosfomicina, Carbenicilina, Amikacina, Gentamicina, Eritromicina, Netilmicina, Cefuroxime i Cefalotina.

Tot i que les longituds dels halos no són les mateixes en tots els antibiogrames, la semblança entre elles és molt gran, ja que només varien per 3-4 mm.

Així doncs, podem concloure amb seguretat que totes les espècies d'aquest gènere són molt semblants en quant a la resistència que tenen davant dels antibiòtics més utilitzats clínicament. Evidentment, el fet de tractar-se totes les mostres d'un mateix gènere obliga a que tinguin semblances entre elles.

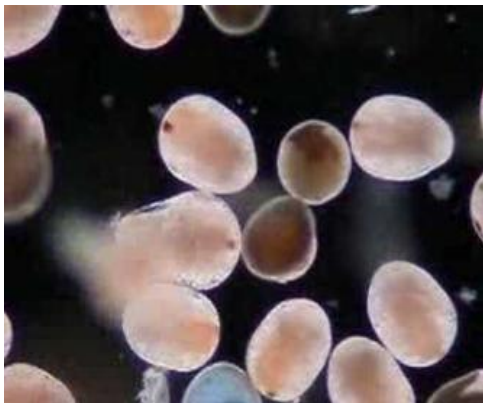
Fent aquests antibiogrames també hem confirmat el fet de que els antibiòtics que actuen sobre bacteris Gram negatius en aquesta espècie no hi fan cap efecte, és a dir, són resistents. Els únics antibiòtics que actuen sobre els *Clostridium* són els prescrits per a bacteris Gram positius.

Finalment, podem dir que l'antibiograma ens ha proporcionat també una idea més acurada de com poder actuar envers el gènere *Clostridium*, ja que la seva actuació a nivell nerviós provoca molts problemes en la salut com ja hem explicat en la part teòrica del treball.

3. EXPERIMENT AMB L'ARTÈMIA SALINA

L'*Artèmia salina* és una espècie de crustaci branquiòpode de l'ordre *Anostraca*, pròpia d'aigües salobres continentals. És la presa viva més adequada per a l'alimentació dels estadis post-larvaris de moltes espècies de peixos i crustacis marins.

Els seus ous poden romandre metabòlicament inactius durant llargs períodes (fins i tot 10 anys) en condicions de total absència d'aigua i oxigen, i a temperatures per sota del punt de congelació. Aquesta característica inusual és anomenada criptobiosis o diapausa; una vegada l'entorn és adequat, l'eclosió pot començar transcorregudes les primeres vuit hores.



Fotografia d'ous d'*Artèmia salina*.



Fotografia de dues larves d'*Artèmia salina*.

Aquest ràpid desenvolupament i l'habilitat dels seus ous per a suportar llargs períodes en condicions desfavorables, la fan un model invaluable en investigacions biològiques, com la que explicarem en breus moments.

La nostra intenció en aquest experiment és esbrinar quins efectes fa la toxina creada pel *Clostridium tetani*, la tetanospasmina, en aquests organismes eucariotes variant diverses variables, com pot ser la presència o absència de bacteris làctics.

3.1 PLANTEJAMENT I INTRODUCCIÓ

En aquest experiment, com hem comentat anteriorment, observarem l'efecte de la toxina tetanospasmina en aquestes larves d'*artèmia salina*.

D'una banda, cultivarem el *Clostridium tetani*, i per l'altre, bacteris làctics, concretament, el *Lactobacillus plantarum*.

El *Lactobacillus plantarum* o bacteri de l'àcid làctic pertany a un gènere de bacteris Gram positius, anaeròbics i facultatius, denominats així perquè la majoria dels seus membres converteixen la lactosa i altres monosacàrids en àcid làctic. Normalment són benignes i fins i tot necessaris: habiten en el tracte gastrointestinal i en la vagina dels humans i altres animals.

La producció d'àcid làctic fa que el seu ambient sigui àcid, la qual cosa inhibeix el creixement de bacteris nocius. També és utilitzat com a probiòtic⁸⁵.



Fotografia d'una mostra de *Lactobacillus plantarum*.

Gràcies a aquestes característiques del *Lactobacillus plantarum* l'hem escollit per a aquest experiment, ja que crea diverses substàncies que, com hem dit anteriorment, eliminen o eviten que creixin altres microorganismes, sobretot els Gram positius.

Així doncs, com dèiem, cultivarem aquests dos bacteris per separat i llavors els posarem en contacte.

Un cop haguem posat en contacte aquests dos microorganismes, els posarem amb les larves d'*Artèmia salina* per tal de veure'n els efectes que els hi produeixen.

⁸⁵ Probiòtic: microorganisme que es creu que són saludables per a l'organisme hoste.

Tot aquest procés el farem utilitzant a la vegada una mostra control, per a poder saber la mortalitat de les larves sense cap tipus d'agreujant. També tindrem una altre mostra que constarà del *Clostridium tetani*, sense cap tipus d'inhibidor, envers les larves d'*Artèmia salina*, per tal de poder comparar la mortalitat entre aquestes larves i les mesclades amb els dos microorganismes a la vegada.

3.2 PROCEDIMENT DE L'EXPERIMENT

3.2.1 MATERIAL

El material que necessitem per a poder fer l'experiment és el següent:

- Ous d'artèmia salina.
- Aigua de mar o dissolució salina.
- Mostra de *Lactobacillus plantarum*.
- Mostra de *Clostridium tetani*.
- Plaques amb 96 pous.
- Medi MRS (man rogosa sharpe agar): medi líquid específic per a *Lactobacillus plantarum*.
- Medi específic de *Clostridium*.

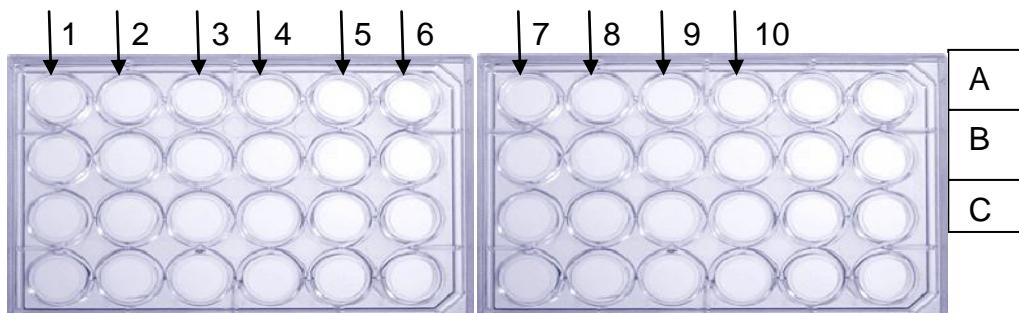
3.2.2 PROCEDIMENT

Per a poder fer correctament aquest experiment, del qual en farem dues rèpliques, hem de preparar-lo de la manera següent:

1. Obtenim larves d'*Artèmia salina* a partir d'ous d'aquesta espècie que adquirim en un centre de venda de peixos d'aquari.
2. Provoquem l'eclosió d'aquests ous en aigua de mar incubant-los a una temperatura de 30°C.
3. Fem créixer els microorganismes en tubs de medi MRS (el qual és líquid), en el cas del *Lactobacillus plantarum*, i en medi específic de *Clostridium* en el cas del *Clostridium tetani*.
4. Un cop passades 24-48h posem en contacte el *Lactobacillus plantarum* amb el *Clostridium tetani* i deixem que passin uns minuts.

5. Seguidament, col·locarem les larves en plaques de 96 pous i posarem una mostra dels microorganismes en suspensió. Ho farem de la següent manera:

- A cada pou hi posem aproximadament 50 larves i sobre aquest valor calcularem els percentatges de mortalitat. Utilitzarem 10 pous de cada fila.
- En la primera fila hi posarem la prova control, és a dir, les larves d'artèmia salina sense la toxina del *Clostridium tetani*.
- En la segona fila col·locarem el *Clostridium tetani* en suspensió amb les larves d'*Artèmia salina*.
- En la tercera fila hi posarem la mescla de microorganismes en suspensió amb les larves d'artèmia salina.



A: Control.

B. Larves amb *Clostridium*.

C: Larves amb *Clostridium* en presència de *Lactobacillus*.

- En cada mescla on hi hagi present *Clostridium tetani*, la quantitat d'aquests bacteris en dissolució és de 3×10^5 bacteries per ml.

6. Esperem a que passi una hora.

7. Després d'aquest temps, observem la reacció de les larves davant aquests microorganismes i anotem els resultats.



Fotografia de la mostra control (Larves sense *Clostridium tetani*).



Fotografia de la mostra de larves amb *Clostridium*.



Fotografia de larves amb *Clostridium tetani* en presència de *Lactobacillus plantarum*.

3.3 RESULTATS OBTINGUTS

Hem obtingut els resultats següents:

RÈPLICA 1

	NÚMERO DE POU AMB ARTÈMIA SALINA										Mitjana
	Nº1	Nº2	Nº3	Nº4	Nº5	Nº6	Nº7	Nº8	Nº9	Nº10	
Control sense <i>Clostridium</i>	6*	7	4	8	5	6	6	7	5	6	6
Larves amb <i>Clostridium</i>	39	37	41	42	36	39	38	40	39	39	39
Larves amb <i>Clostridium</i> en presència de <i>Lactobacillus</i>	25	23	24	26	22	24	26	22	24	24	24

*Nombre de larves mortes a cada pou.

Els percentatges de mortalitat que hem obtingut són els següents:

EXPERIMENTS REALITZATS UTILITZANT LARVES D'ARTÈMIA SALINA	MORTALITAT DE LES LARVES (en percentatges)
PROVA CONTROL (larves sense <i>Clostridium tetani</i>)	12 %

EXPERIMENT 1 (larves amb <i>Clostridium tetani</i>)	78%
EXPERIMENT 2 (larves amb <i>Clostridium tetani</i> i <i>Lactobacillus plantarum</i>)	48%

RÈPLICA 2

	NÚMERO DE POU AMB ARTÈMIA SALINA										Mitjana
	Nº1	Nº2	Nº3	Nº4	Nº5	Nº6	Nº7	Nº8	Nº9	Nº10	
Control sense <i>Clostridium</i>	6*	7	7	8	6	6	8	7	7	8	7
Larves amb <i>Clostridium</i>	40	37	43	40	37	38	42	43	40	39	40
Larves amb <i>Clostridium</i> en presència de <i>Lactobacillus</i>	23	24	25	27	21	24	25	23	24	24	24

*Nombre de larves mortes a cada pou.

En aquesta segona rèplica obtenim els percentatges següents:

EXPERIMENTS REALITZATS UTILITZANT LARVES D'ARTÈMIA SALINA	MORTALITAT DE LES LARVES (en percentatges)
PROVA CONTROL (larves sense <i>Clostridium tetani</i>)	14 %
EXPERIMENT 1 (larves amb <i>Clostridium tetani</i>)	80%

EXPERIMENT 2 (larves amb <i>Clostridium tetani</i> i <i>Lactobacillus plantarum</i>)	48%
--	-----

Aquests resultats de les dues rèpliques els hem calculat de la següent manera:

1. Contem les larves que tenim en cada experiment (larves totals, 50 larves).
2. Deixem que transcorrin de 24h a 48h.
3. Tornem a contar les larves que tenim en cada experiment (larves mortes).
4. Calculem el percentatge de mortalitat. Si de cada experiment tenim les dades de mortalitat en relació amb 50 larves que hem col·locat en cada pou, només cal fer un simple factor de conversió:

Control sense <i>Clostridium</i>	Rèplica 1 6 larves mortes de mitjana/50 larves totals · 100= 12% Rèplica 2 7 larves mortes de mitjana/50 larves totals · 100=14%
Larves sense <i>Clostridium tetani</i>	Rèplica 1 39 larves mortes de mitjana/50 larves totals · 100= 78% Rèplica 2 40 larves mortes de mitjana/50 larves totals · 100=80%
Larves amb <i>Clostridium tetani</i> en presència de <i>Lactobacillus plantarum</i>	Rèplica 1 24 larves mortes de mitjana/50 larves totals · 100= 48% Rèplica 2 24 larves mortes de mitjana/50 larves totals · 100= 48%

3.4 CONCLUSIONS

Observant detalladament els diversos resultats que hem obtingut de les dues rèpliques concloem que:

- La soca de *Clostridium tetani* utilitzada és capaç de produir efectes tòxics sobre les larves d'*Artèmia salina*, ja que comparant els diversos experiments amb el control observem que les larves perden viabilitat, és a dir, que moren per l'efecte de les toxines tetanospasima.
- En el cas de l'experiment on les larves estan en contacte amb els dos microorganismes a la vegada, veiem que en les larves d'*Artèmia salina* disminueix el efecte tòxic produït pel microorganisme, ja que les substàncies impedeixen o modifiquen la creació d'aquestes toxines per part del *Clostridium tetani*, fet que demostra el possible efecte d'aquestes substàncies sobre la patogènia d'aquest bacteri.

Així doncs, podem afirmar que el *Lactobacillus plantarum* realment pot ser utilitzat com a probiòtic, ja que es evident el seu efecte beneficiós envers agents tòxics.

Gràcies a aquestes substàncies, es produeix una reducció notable en el percentatge de mortalitat de l'*Artèmia salina*, tal i com hem vist en els resultats obtinguts.

En quant a les dues rèpliques fetes, veiem que, en el control, la quantitat de larves mortes ha estat entre 4-8 larves per pou en la primera rèplica, i entre 6-8 larves per pou en la segona. Per tant, la mortalitat sense cap tipus d'agreujant és baixa.

En el cas de les larves amb la toxina creada pel *Clostridium tetani*, observem que ha augmentat radicalment la mortalitat entre les larves: ha passat de 4-8 larves per pou a 36-41 larves per pou en la primera rèplica i de 6-8 larves per pou a 37-43 larves per pou en la segona. Per tant, efectivament la toxina es troba funcional i afecta de manera negativa a les larves.

Finalment, en el cas de les larves en contacte amb els microorganismes utilitzats veiem que, en comparació a l'experiment on només hi havia el *Costridium tetani*, la mortalitat entre les larves ha disminuït fins a 22-26 larves per pou en la primera rèplica i a 21-27 larves per pou en la segona.

Per tant, podem confirmar l'efecte atenuador de les substàncies creades pel *Lactobacillus plantarum* envers el *Clostridium tetani*.

Així doncs, podem extreure com a conclusió final i general que les substàncies del bacteri làctic *Lactobacillus plantarum* podrien convertir-se en una possible actuació davant de l'eliminació o impediment de creació de les toxines tetanospasmina gràcies al seu efecte atenuant. Al tractar-se de la primera vegada que s'ha dut a terme un experiment com aquest, cal valorar també la innovació que poden suposar els resultats obtinguts.

Considerant que aquests resultats poden ser utilitzats per a ser avaluats i corroborats en estudis posteriors, s'ha de tenir en compte que obren una possible via d'actuació sobre les toxines tetanospasmina elaborades pels *Clostridium tetani*, com ja hem comentat.

4. XERRADA DE PRIMERS AUXILIS

4.1 INTRODUCCIÓ

La conscienciació de la població és una part fonamental dels primers auxilis. Uns coneixements bàsics per a poder reaccionar davant de qualsevol situació en la que ens puguem trobar quotidianament és la principal finalitat dels primers auxilis i també d'aquesta xerrada.

El coneixement d'aquestes tècniques i procediments és vital, ja que seran les primeres assistències que rebrà una víctima en una situació d'emergència.

Tanmateix, la persona coneixedora d'aquestes tècniques mai ha d'intentar reemplaçar al personal mèdic, ja que només té coneixement d'una petita part de l'assistència mèdica. La durada d'aquestes tècniques variarà segons la tardança en que el personal mèdic arribi.

Per tant, el seu caràcter de no professional ens indica que els coneixements dels primers auxilis han de ser universals, és a dir, difosos a tots els habitants del territori sense restriccions.

4.2 DESENVOLUPAMENT DE LA XERRADA

Bàsicament, la xerrada es divideix en dos apartats: una part teòrica i una part pràctica.

En la part teòrica, s'expliquen els coneixements bàsics d'actuació davant de contratemps simples com pot ser una picada d'abella, un tall en la pell, etc.

En la part pràctica, s'apliquen els coneixements obtinguts en la part teòrica.

4.2.1 QÜESTIONARIS

Per començar amb la xerrada, vaig dur a terme una petita introducció de que són els primers auxilis i la seva finalitat. També vaig repartir un qüestionari molt bàsic per saber quins dubtes predominaven davant els alumnes i quines parts s'havien de reforçar més. Totes les preguntes fetes en aquest qüestionari es van respondre al llarg de la xerrada.

Els resultats d'aquest qüestionari són els següents:

PREGUNTA I OPCIONS	Nº DE PERSONES PER OPCIO				
	Opció A	Opció B	Opció C	Opció D	No contesta
<p>1) Què és el primer que hem de fer davant d'una víctima?</p> <p>A) Cridar demanant ajuda.</p> <p>B) Protegir la víctima.</p> <p>C) <u>Protegir-te sempre a tu primer*</u>.</p> <p>D) Totes són correctes.</p>	12 alumnes	7 alumnes	3 alumnes	3 alumnes	0 alumnes
<p>2) Davant d'una persona que l'hi surt sang del nas, què faràs?</p> <p>A) Mirar que no es taqui la roba.</p> <p>B) Tirar el cap endarrere i posar gel al clatell.</p> <p>C) Ficar cotó-fluix.</p> <p>D) <u>Tirar el cap endavant i esperar a que pari de sagnar*</u>.</p>	0 alumnes	2 alumnes	20 alumnes	2 alumnes	1 alumne
<p>3) Per netejar una ferida que necessitem?</p> <p>A) <u>Aigua i sabó*</u>.</p> <p>B) Gasses i aigua oxigenada.</p> <p>C) Coto-fluix i Betadine.</p> <p>D) Alcohol de 96º, que és el més segur.</p>	8 alumnes	3 alumnes	12 alumnes	0 alumnes	2 alumnes

<p>4) Si trobem un incendi, què farem?</p> <p>A) Marxar corrent, encara pensaran que he sigut jo.</p> <p>B) Intentar apagar-lo.</p> <p>C) Trucar al 012.</p> <p>D) <u>Trucar als serveis d'emergència i, després, si podem, sempre que no suposi cap perill per a nosaltres, intentem apagar-lo*.</u></p>	0 alumnes	3 alumnes	6 alumnes	16 alumnes	0 alumnes
<p>5) Si ens trobem un accident de trànsit i un dels cotxes, amb ferits a l'interior, treu fum del motor, què farem?</p> <p>A) Traurem els ferits ràpidament perquè el cotxe podria explotar.</p> <p>B) <u>Avisar i intentar apagar-lo*.</u></p> <p>C) Obrir el capó per veure si és foc.</p> <p>D) A i b són certes.</p>	11 alumnes	1 alumne	1 alumne	12 alumnes	0 alumnes

*Les opcions subratllades són les correctes.

Aquesta mateixa enquesta també va ser feta un grup reduït d'alumnes de 4rt d'ESO del institut IES Pere Fontdevila; obtenim els següents resultats:

PREGUNTA I OPCIONS	Nº DE PERSONES PER OPCIO				
	Opció A	Opció B	Opció C	Opció D	No contesta
<p>1) Què és el primer que hem de fer davant d'una víctima?</p> <p>A) Cridar demanant ajuda.</p> <p>B) Protegir la víctima.</p> <p>C) <u>Protegir-te sempre a tu primer*</u>.</p> <p>D) Totes són correctes.</p>	0 alumnes	4 alumnes	5 alumnes	1 alumnes	0 alumnes
<p>2) Davant d'una persona que l'hi surt sang del nas, què faràs?</p> <p>A) Mirar que no es taqui la roba.</p> <p>B) Tirar el cap endarrere i posar gel al clatell.</p> <p>C) Ficar cotó-fluix.</p> <p>D) <u>Tirar el cap endavant i esperar a que pari de saagnar*</u>.</p>	0 alumnes	4 alumnes	2 alumnes	4 alumnes	0 alumnes
<p>3) Per netejar una ferida que necessitem?</p> <p>A) <u>Aigua i sabó*</u>.</p> <p>B) Gasses i aigua oxigenada.</p> <p>C) Coto-fluix i Betadine.</p> <p>D) Alcohol de 96º, que és el més segur.</p>	8 alumnes	1 alumnes	1 alumnes	0 alumnes	0 alumnes

<p>4) Si trobem un incendi, què farem?</p> <p>A) Marxar corrent, encara pensaran que he sigut jo.</p> <p>B) Intentar apagar-lo.</p> <p>C) Trucar al 012.</p> <p>D) <u>Trucar als serveis d'emergència i, després, si podem, sempre que no suposi cap perill per a nosaltres, intentem apagar-lo*.</u></p>	0 alumnes	0 alumnes	2 alumnes	8 alumnes	0 alumnes
<p>5) Si ens trobem un accident de trànsit i un dels cotxes, amb ferits a l'interior, treu fum del motor, què farem?</p> <p>A) Traurem els ferits ràpidament perquè el cotxe podria explotar.</p> <p>B) <u>Avisar i intentar apagar-lo*.</u></p> <p>C) Obrir el capó per veure si és foc.</p> <p>D) A i b són certes.</p>	1 alumne	3 alumnes	0 alumnes	6 alumnes	0 alumnes

*Les opcions subratllades són les correctes.

4.2.2 CONCLUSIONS DE LES RESPOSTES DELS ALUMNES DE 6É DE PRIMÀRIA DE L'ESCOLA ANUNCIATA

D'aquests resultats podem concloure que:

- En la primera pregunta la majoria d'alumnes cridarien demanant ajuda. Tot i no ser la resposta correcte, és una acció necessària davant d'una víctima encara que no en aquest precís moment. Al tractar-se d'una classe de 5é i 6é de primària, pràcticament podríem donar la resposta com a vàlida.
- En la segona pregunta més de la meitat de la classe col·locaria cotó-fluix en el cas de una hemorràgia nasal, segurament, perquè és el que les seves mares/pares duen a terme en aquests casos. Ara si, per aturar una hemorràgia nasal, s'ha de procurar expulsar a l'exterior tota la sang vessada, no taponar l'orifici del nas i esperar a que l'hemorràgia s'aturi.
- En la tercera pregunta, una gran part dels alumnes han respost que per curar una ferida és necessari coto-fluix i betadine, per la mateixa raó que he comentat en el punt anterior: ho han vist fer a casa. Tot i tractar-se de la resposta errònia, ja que no és necessari fer ús d'aquest material, podríem donar la resposta com a vàlida.
- En la quarta pregunta, més de la meitat de la classe ha respost correctament que en cas de foc és necessari trucar als serveis d'emergència immediatament. Tanmateix, alguns alumnes (concretament 6) han respost que s'ha de trucar al 012, ja que hi ha aquesta confusió entre el telèfon d'emergències (112) i el de informació per al ciutadà (012).
- Finalment, en la última pregunta, la majoria de alumnes han respost que els ferits s'han de treure ràpidament del vehicle, ja que aquest podria explotar, i que seguidament s'ha d'avisar i intentar apagar-lo. La segona part de la resposta és correcta però la primera es tracta d'una llegenda urbana, ja que els cotxes no exploten mai, tot i que puguem veure que a les pel·lícules d'acció passa, no deixen de ser pel·lícules i per tant, és ficció.

4.2.3 CONCLUSIONS DE LES RESPOSTES DELS ALUMNES DE 4RT D'ESO DEL IES PERE FONTDEVILA

De la taula on recollim els resultats de l'enquesta feta als alumnes de 4rt d'ESO del institut IES Pere Fontdevila podem concloure:

- En aquesta primera pregunta, la majoria dels alumnes han respost correctament, és a dir, han respost que com a primera mesura davant de qualsevol problema es protegrien primer ells.

Una gran part dels estudiants també han respost la segona opció: protegir primer la víctima. Tot i que la resposta no és la correcta, és una reacció normal en una persona sense coneixements de primers auxilis. Evidentment, aquesta regla d'autoprotecció pot variar en el cas de que la víctima tingui algun tipus de relació amb la persona coneixedora dels primers auxilis: si es tracta d'un familiar o amic aquesta autoprotecció es substituirà per protegir primerament al ferit, tractant-se d'una acció molt normal i humana a causa d'aquesta relació.

- En la segona pregunta, la majoria dels estudiants han donat la resposta b i d com a vàlides. La correcta era la resposta d: tirar el cap endavant i esperar que el nas pari de sagnar.

En aquesta pregunta era d'esperar que els alumnes responguessin de manera incorrecta a causa de la tendència molt estesa de tirar el cap endarrere per tal d'aturar l'hemorràgia nasal. Si analitzem aquesta acció, veiem que és incorrecta, ja que el fet de tirar el cap endarrere provoca que la víctima s'empassi la seva pròpia sang, ja que torna a entrar a la cavitat nasal, la qual està comunicada amb la cavitat bucal.

- En la tercera pregunta, pràcticament tots els alumnes han respost correctament, ja que han donat com a vàlida l'opció de utilitzar aigua i sabó per a higienitzar una ferida. En aquesta pregunta, era d'esperar que els estudiants creguessin que el fet de utilitzar productes de farmàcia envers productes quotidians, com són l'aigua i el sabó, ajudaria més a netejar la ferida. Tot i això, els alumnes han sigut capaços de respondre correctament la pregunta.

- En la quarta pregunta, 8 persones han respost correctament donant com a vàlida la opció d: trucar als serveis d'emergència i, després, si podem, sempre que no suposi cap perill per a nosaltres, intentar apagar-lo. Les dues persones restants, han escollit la resposta c: trucar al 012.

En aquesta pregunta era d'esperar que alguna persona confongués el número d'emergències (112) amb el número d'informació al ciutadà (012). També veiem que la majoria dels alumnes han respost que tant l'opció a com la b són certes.

- Finalment, en la última pregunta s'esperava que molta gent la respongués incorrectament donant com a vàlida l'opció a, ja que moltes persones creuen en aquesta llegenda urbana de que els cotxes poden explotar. És molt important no moure les víctimes del cotxe si no perilla la seva vida (a punt de caure per un barranc, etc). El fet de moure les víctimes pot agreujar els seus traumatismes o ferides.

Així doncs, no ens sorprèn el fet de que hagin donat per vàlida l'opció a i d vuit alumnes de la classe.

4.2.4 CONCLUSIONS GENERALS DELS QÜESTIONARIS

Fent una comparació entre els resultats obtinguts i les conclusions extretes dels dos qüestionaris fets a dos cursos diferents (4rt d'ESO i 6é de primària) podem dir el següent:

- Comparant les dues primeres preguntes, veiem una clara diferència entre les respostes, ja que la majoria dels alumnes d'ESO han contestat afirmant que primerament es protegirien ells, mentre que els alumnes de primària com a primera mesura demanarien ajuda.

Evidentment, podem considerar que tot i no tractar-se de la resposta correcta en el cas dels alumnes de primària, és una acció molt responsable per part seva demanar ajuda, ja que significa el fet de preocupar-se i intentar col·laborar en l'actuació davant la víctima.

En el cas dels alumnes d'ESO, també hi ha hagut alguns d'ells que han respost protegir primerament la víctima, tractant-se d'una acció, igual que els alumnes de primària, molt sensata.

Tot i això, cal remarcar la importància de l'autoprotecció davant de qualsevol contratemps que puguem patir: si nosaltres també ens convertim en víctimes, augmentarem el nombre de ferits i, per tant, agreujarem el mal que volíem remeiar.

- Observant la segona pregunta, veiem que les respostes són mol variades. En el cas dels alumnes d'ESO, la majoria dels alumnes o han donat com a vàlida l'opció de tirar el cap endarrere i posar gel al clatell, o han considerat correcta tirar el cap endavant i esperar que pari de sagnar.

Com podem veure, es tracten de dues opcions oposades, i que, utilitzant la lògica, podem esbrinar quina és la correcta: tirar el cap endavant per tal de buidar la cavitat nasal de sang. En el cas dels alumnes de primària, la majoria han considerat més correcta el fet de col·locar cotó-fluix en les narius, i així, evitar que la sang pugui sortir. Segurament, han donat com a bona aquesta resposta perquè és el que es sol fer en els col·legis o a casa, com ja hem comentat, per tal de poder seguir fent l'activitat o feina que és duia a terme.

Així doncs, en aquesta pregunta les respostes dels dos cursos han estat totalment variades.

- En aquesta tercera pregunta, els alumnes d'ESO han respost correctament donant com a correcta l'opció de utilitzar aigua i sabó per la higienització de les ferides. Els alumnes de primària, en canvi, han trobat més apropiat la utilització de betadine i coto-fluix per a les ferides.

Encara que no sigui necessari utilitzar material farmacèutic per a la cura de ferides, no representa cap agreujament de la ferida, i per tant, podríem considerar-ho com a una opció vàlida.

Així doncs, tot i que es considera més apropiat utilitzar aigua i sabó, aplicar betadine no significarà un problema major.

- Observant els resultats obtinguts d'aquesta pregunta, veiem que tant en els alumnes de primària com els d'ESO, hi ha hagut la mateixa confusió en quant al número d'emergències: el 112. Aquest número d'emergències, al tractar-se d'una combinació molt semblant a la del número d'informació al ciutadà (012), sempre hi ha el dubte de quin és quin.

En relació a les altres respostes, els dos grups, majoritàriament, han respost correctament a aquesta pregunta.

- Finalment, en la cinquena pregunta, també hi ha hagut una error, en general, a causa de la convicció de que els cotxes exploten, tal i com succeeix en les pel·lícules.

Evidentment, aquesta idea cal corregir-la, ja que el fet de treure els ocupants d'un vehicle que ha patit un accident pot agreujar significativament les ferides o traumatismes que pateixin, com ja hem dit.

Per tant, cal, si no es troben en un perill imminent, no moure les víctimes de dins l'automòbil. El més important, tal i com han respost alguns dels alumnes d'ESO, és trucar immediatament als serveis d'emergència.

Així doncs, com a conclusió general d'aquest qüestionari, obtenim que, evidentment, els alumnes d'ESO posseeixen més bons i abundants coneixements sobre primers auxilis que els alumnes de primària. Tanmateix, cal reforçar i impulsar l'ampliació d'aquests, per tal de poder arribar a ser ciutadans capaços d'actuar davant de qualsevol problema.

4.2.5 EXPLICACIÓ TEÒRICA

Seguidament, vaig començar amb la part teòrica utilitzant una presentació en powerpoint. Primerament, vaig fer una petita introducció sobre el que són els primers auxilis i remarcant sobretot la norma anomenada P.A.S: protegir, avisar i socórrer. Aquestes sigles són imprescindibles abans d'actuar davant de qualsevol víctima, ja que sigui quina sigui la gravetat de la persona ferida hem de protegir-nos sempre nosaltres primer.



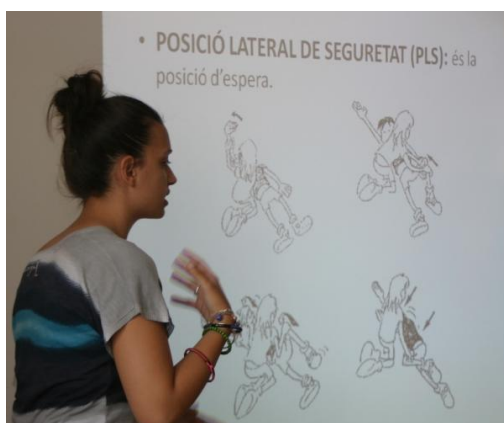
Fotografia de l'explicació de la regla P.A.S.

Seguidament, vaig proporcionar als alumnes el telèfon d'emergència, el 112, al qual s'ha d'acudir en cas de qualsevol problema perquè només trucant a aquest número ja s'activen tots els medis necessaris per a una emergència quotidiana. Aquest recordatori del telèfon d'emergències és molt important, ja que al existir també el telèfon 012 moltes persones els confonen tot i que la seva finalitat és completament diferent.



Fotografia de l'explicació dels telèfons d'emergència.

Un cop acabada aquesta introducció i recordatori del que són els primers auxilis vaig passar a explicar les posicions de seguretat més comunes. Entre elles hi trobem la més coneguda, l'anomenada posició d'espera. Aquesta posició es utilitzada per evitar l'ofegament amb el propi vòmit.



Fotografia de l'explicació de les posicions laterals de seguretat.

En la següent diapositiva vaig explicar de manera teòrica les immobilitzacions més bàsiques utilitzades en el àmbit quotidià.

Entre elles trobem la immobilització d'espatlla o clavícula, i la del braç o colze. En la part pràctica d'aquesta xerrada reforçarem aquesta part amb exercicis de immobilitzacions a partir d'un mocador.



Fotografia de l'explicació de la immobilització del braç, colze, clavícula i espatlla.

Seguidament, vaig passar a explicar la part de ferides: talls, rascades, ferides al cap, sang per l'orella, el nas o la boca, ferida al palmell de la mà, mossegades d'animals i picades d'abella.

En aquest apartat de ferides vaig remarcar sobretot la importància de la neteja de la zona afectada, ja sigui per un tall o per hemorràgia nasal, bucal o d'orella.



Fotografia de l'explicació de com tractar una ferida al cap.

Seguidament, vaig passar a la part de problemes més comuns, on hi vaig incloure els ossos trencats, cops i morats, cremades, dents trencades, febre, cops al cap, polls i objectes a la gola.

En el cas d'ossos trencats i dents trencades, una persona amb el coneixement de primers auxilis no pot solucionar-ho, però sí reduir-ne els problemes derivats que pot causar. Quan ens trobem en un d'aquests casos, el més adequat és demanar ajuda i intentar no manipular la ferida per tal de no agreujar-la. Tanmateix, si es tracta d'un objecte a la gola, una persona de l'edat dels alumnes als quals vaig dur a terme la xerrada no està capacitada per poder executar la maniobra de Hemlich, expressa per aquest tipus de problemes. Aquesta maniobra consta de fer diverses compressions a la part final de l'estèrnum per tal de ajudar a expulsar l'objecte allotjat. Per tant, la funció d'un alumne de la seva franja d'edat, en aquest cas, és demanar ajuda a una persona adulta.

Quan vagi parlar dels cops al cap, vaig remarcar molt la necessitat de que si es tracta d'un cop força greu, tot i que no hi hagi presència d'hemorràgia, és indispensable visitar al metge, ja que alguns problemes derivats de cops al cap poden aparèixer dos o tres dies més tard.

Finalment, per acabar la part teòrica vaig fer un petit recull de diversos falsos mites sobre els primers auxilis com ara que en cas d'hemorràgia nasal és necessari col·locar el cap endarrere o com aplicar mantega sobre una cremada. També vaig passar-los-hi un petit vídeo d'una broma en que intercanviaven el ninot de practiques de primers auxilis per una persona. Aquest vídeo final era amb la intenció de poder alleugerar-los-hi la pesadesa de la xerrada teòrica.

Un cop acabada tota la part pròpiament teòrica vaig passar a corregir, juntament amb els alumnes per tal de que poguessin veure els seus propis errors, les preguntes fetes al principi de la xerrada.

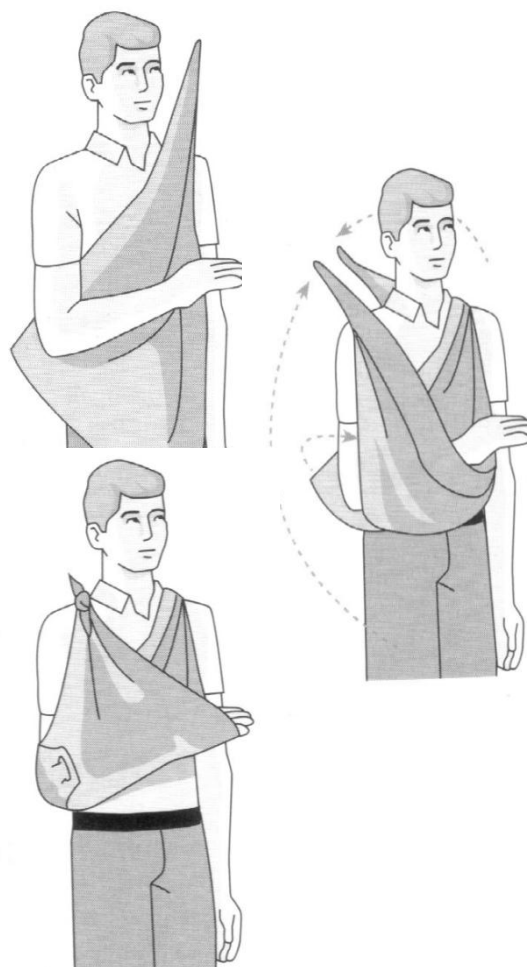


Fotografia de la correcció de les qüestions passades al principi.

Seguidament, vaig començar la part pràctica amb la immobilització d'espatlla o colze. Per dur a terme aquesta immobilització són necessaris almenys dos mocadors de roba, ja que primerament es fa la immobilització del colze passant una punta del mocador per sota del braç afectat i l'altre per sobre, retrobant-se al coll on s'hi realitza un nus. El següent mocador el situarem a l'alçada de la cintura i farem un nus al cantó contrari del braç/espatlla afectat/da. Seguidament, tibarem cap amunt la part del mocador on no s'hi troba el nus i l'unirem amb les puntes del mocador que hem utilitzat anteriorment.



Fotografia de l'explicació de com fer una immobilització correcta de braç, colze i espatlla.



Dibuixos explicatius de com fer una correcta Immobilització de braç i colze.

Un cop apres la immobilització del colze i l'espatlla, vaig passar a ensenyar als alumnes la possibilitat de crear un apòsit improvisat per a una ferida utilitzant un mocador. Concretament, els hi vaig ensenyar un per a una ferida al genoll, al palmell de la mà i al cap.

Primer, per poder realitzar l'apòsit improvisat del genoll és necessari un mocador de roba i un de paper, ja que aquest apòsit improvisat serveix per a sostenir el mocador de paper fent pressió sobre la zona on hi trobem una ferida.

El mocador de roba s'ha de tenir en forma de triangle, com en el cas de les immobilitzacions, i concretament amb la punta mirant cap amunt.

Seguidament, passem les dues puntes del mocador per darrera la cama de la víctima i per sota del genoll on hi ha la zona afectada, llavors retornem les puntes cap a davant passant-les per sobre el genoll i fent un nus davant la cama.



Fotografia de l'explicació de com fer un correcte apòsit al genoll.



Fotografia de l'explicació de com fer un correcte apòsit al genoll.

Després d'aquest apòsit, vaig passar a ensenyar als alumnes l'apòsit improvisat que es realitza en cas de una ferida en el palmell de la mà. En aquest cas, també és necessari la utilització d'un mocador de roba i un de paper per fer pressió en la ferida.

El mocador de roba s'ha de col·locar, igual que anteriorment, en forma de triangle i amb la punta mirant amunt. Llavors, passem les dues puntes per sota la mà i les retornem a la part superior fent un nus per sobre de la ferida de la mà.



Fotografia de l'explicació de com fer un correcte apòsit a la mà.

Finalment, vaig ensenyar l'apòsit que es realitza en cas d'una ferida en el cap. Igual que en els altres casos que hem realitzat apòsits, és necessari un mocador de roba i un de paper per poder fer pressió sobre la zona afectada. Aquest mocador de roba té que estar en forma de triangle i, en aquest cas, depenent de si la ferida es troba en la part de davant del cap o la part de darrera, col·locarem el mocador amb la punta a davant o a darrera: si la ferida està a la part davantera col·locarem la punta a darrera, en canvi, si la ferida es troba en la part de darrera del cap col·locarem la punta a la part davantera.

Un cop tinguem situat correctament el mocador de roba, amb el mocador de paper a sota, agafarem les dues puntes i les situarem a la part contrària de on es trobi la ferida i hi farem un nus. Per tant, si la ferida es troba en el front, farem el nus al clatell, en canvi si es troba al clatell, farem el nus al front.



Fotografia de l'explicació de com fer un correcte apòsit al cap.



Fotografia d'un correcte apòsit al cap.

Finalment, per acabar tota la part pràctica, vaig mostrar i explicar breument els utensilis que es solen portar dins d'un maletí de primers auxilis, com ara una bombona d'oxigen, diverses mascaretes, etc.



Fotografia de l'explicació dels diversos components d'un maletí de primers auxilis.



Fotografia de l'explicació dels diversos components d'un maletí de primers auxilis.

4.3 VALORACIÓ DE L'ALUMNAT

Per acabar amb la xerrada, vaig repartir un qüestionari per saber si els hi havia agradat o no la xerrada als alumnes, i per conèixer una mica la seva valoració i opinió de la xerrada.

Els resultats obtinguts d'aquest qüestionari són els següents, tenint en compte que un punt és la puntuació més baixa i cinc punts la més alta:

PREGUNTES	PUNTUACIÓ
He entés tots els conceptes de la xerrada.	Un punt: 0 persones Dos punts: 0 persones Tres punts: 2 persona Quatre punts: 4 persones Cinc punts: 19 persones
Ha estat una xerrada que no m'ha sigut gens llarga ni avorrida.	Un punt: 1 persona Dos punts: 0 persona Tres punts: 1 persona Quatre punts: 9 persones Cinc punts: 14 persones
Penso que ha estat una xerrada molt activa i participativa per part de l'alumnat.	Un punt: 0 persones Dos punts: 0 persones Tres punts: 1 persona Quatre punts: 10 persones Cinc punts: 14 persones
M'agradaria repetir la xerrada.	Un punt: 0 persones Dos punts: 0 persones Tres punts: 2 persones Quatre punts: 4 persones Cinc punts: 19 persones

Aquesta xerrada m'ha aclarit molts dubtes que tenia sobre primers auxilis.	Un punt: 0 persones Dos punts: 1 persona Tres punts: 1 persona Quatre punts: 1 persona Cinc punts: 22 persones
M'ha agradat el tema que s'ha tractat durant la xerrada.	Un punt: 0 persones Dos punts: 0 persones Tres punts: 1 persona Quatre punts: 4 persones Cinc punts: 20 persones
Puntuaria a la persona que ens ha fet la xerrada amb un...	Un punt: 0 persones Dos punts: 1 persona Tres punts: 0 persones Quatre punts: 2 persona Cinc punts: 22 persones

4.4 CONCLUSIONS DE LA VALORACIÓ DE L'ALUMNAT

De la valoració duta a terme per l'alumnat de l'escola Anunciata de Gironella podem extreure que ha estat una xerrada entenedora, ja que pràcticament tota la classe (19 persones) han entés bé els conceptes tractats en ella.

En quant a la llargada i densitat de la xerrada podem dir que ha estat força lleugera, segons el criteri de l'alumnat (14 persones), tot i que alguns alumnes creuen que podria haver sigut més curta encara que no els hi a desagradat (9 persones).

En relació a la participació dels alumnes, han valorat que ha estat una xerrada força participativa, ja que la gran majoria d'ells han puntuat amb un 5 aquest apartat (14 persones).

També veiem que ha estat un tema que ha agradat als alumnes, i per això els hi agradaria poder repetir aquesta xerrada en un futur (20 persones i 19 persones, respectivament). També podem observar que ha aclarit correctament diversos dubtes que l'alumnat tenia en ment sobre els primers auxilis (22 persones).

Finalment, la majoria els alumnes han puntuat l'oradora, jo mateixa, amb 5 punts sobre 5 (22 persones).

5. CONCLUSIONS GENERALS DEL TREBALL

La nostra finalitat del treball, com hem dit en la introducció, era comprovar per una banda la resistència dels *Clostridium*, i per l'altra buscar algun tipus de solució envers la toxina creada pel *Clostridium tetani*. A part d'aquesta part més de laboratori, també teniem la intenció d'augmentar el coneixement de primers auxilis dels més petits per tal de que siguin capaços de reaccionar davant qualsevol problema que pugui sorgir.

Un cop acabat tot el treball considero que hem assolit uns bons resultats en les parts tant de laboratori com educatives. El fet d'haver descobert l'actuació dels bacteris làctics davant el *Clostridium tetani*, impedit-ne o modificant-ne la producció de la toxina tetanospasmínica, ens ha proporcionat la satisfacció d'haver aconseguit una probable nova via d'actuació davant el problema que suposa la malaltia del tètanus. Tot i això, per a poder arribar a ser considerada una via d'actuació caldria aprofundir i fer moltes més proves amb aquests dos microorganismes. Tot i tractar-se de la primera vegada que s'ha fet aquest experiment que hem realitzat en el treball, com ja hem comentat, pot suposar una nova opció davant els problemes que causa una malaltia infecciosa com es el tètanus.

En el cas de la xerrada de primers auxilis considero que és una part molt important per tal de prevenir i tractar les diverses ferides, les quals algunes poden ser tetanígenes. Així doncs, aclarir diversos dubtes dels més joves és necessari per a poder crear persones amb uns mínims coneixements de primers auxilis.

Per tant, crec que és important haver pogut fer un treball que ha agrupat tant la part educativa i la part experimental, ja que els dos àmbits són molt necessaris per a erradicar i prevenir les malalties infeccioses. També considero que ha estat una gran experiència el fet de poder treballar amb professionals en l'àmbit de la microbiologia, ja que m'han aportat molts coneixements nous sobre tot el món dels microorganismes i de la seva actuació.

GLOSSARI

6. MÈTODES, PREPARACIÓ I PROVES REALITZADES

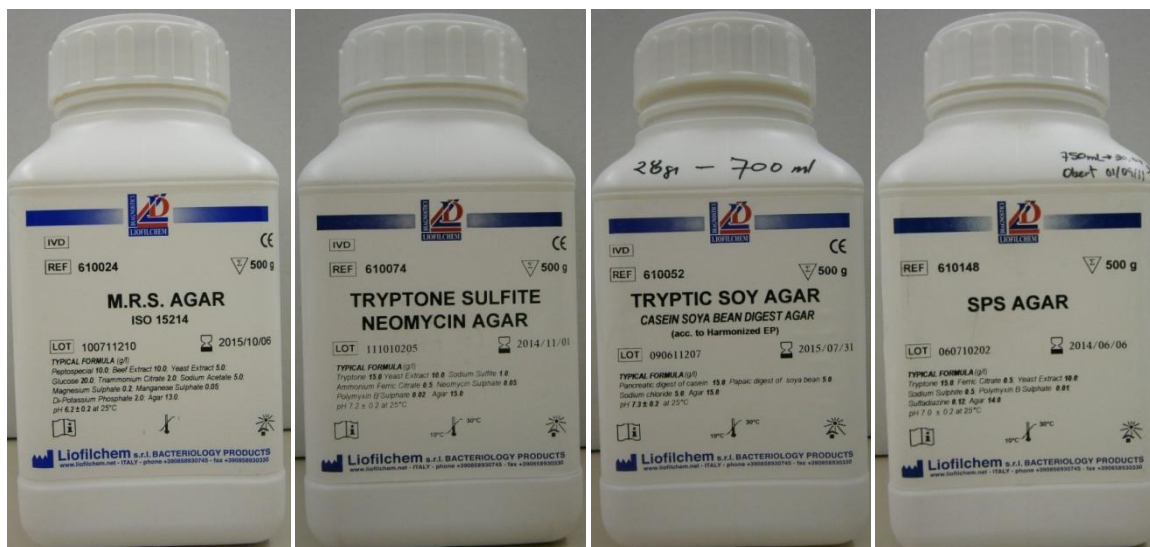
6.1 PREPARACIÓ DELS MEDIS DE CULTIU

Un medi de cultiu és un conjunt de nutrients i components que creen les condicions necessàries per al desenvolupament de microorganismes. Com que existeixen una gran varietat de microorganismes i amb metabolismes molt diversos, els medis de cultiu existents també són molt nombrosos.

Aquests medis de cultiu poden estar en medi sòlid (en placa) o en estat líquid (tubs d'assaig, matràs...). Els medis de cultiu en estat líquid tenen la propietat d'accelerar el creixement de microorganismes.

En el nostre treball els cultius que hem emprat han estat el medi SPS, el medi TSN, el medi TSA, el medi MRS i el medi específic per *Clostridium*.

Aquests, com els altres medis de cultiu, arriben als laboratoris en medi deshidratat i preparats en envasos on s'indiquen els passos a seguir en la seva preparació.



Fotografies d'alguns medis de cultiu deshidratats utilitzats.

6.1.1 MATERIAL

- Medi a preparar deshidratat.
- Bàscula.
- Espàtula.
- Aigua destil·lada.
- Matràs.
- Proveta.
- Autoclau⁸⁶.
- Plaques estèrils i cambra antimicrobiana.
- Plaques o tubs d'assaig esterilitzats.

6.1.2 PROTOCOL

1. Calculem els grams necessaris per a obtenir la quantitat de medi que volem. Per fer-ho, utilitzarem una regla de tres utilitzant la proporció donada al dors del recipient.
2. Pesem els grams de medi deshidratat.
3. Ho afegim al matràs on ja hi tenim l'aigua destil·lada mesurada amb una proveta.
4. Barregem la mescla fins que quedi homogènia.
5. Col·loquem el matràs en l'autoclau i esperem a que s'esterilitzi.
6. Un cop esterilitzat, emplaquem el medi en les diverses plaques, és a dir, aboquem una certa quantitat (depenent del gruix que vulguem obtenir) de la preparació a cada placa. Per a fer aquest procés, cal utilitzar la cambra antimicrobiana per tal d'evitar la contaminació de les plaques.
7. Deixem refredar les plaques per tal de que es solidifiquin.

6.2 TINCIÓ DE GRAM

Aquesta prova anomenada tinció de Gram ens permet identificar el bacteri observat. Ens indica la seva morfologia i primera classificació segons sigui bacteri Gram positiu (aquells que s'observen en color violeta) o Gram negatiu (color rosa).

⁸⁶ Autoclau: dispositiu utilitzat per a esterilitzar material mèdic o de laboratori utilitzant vapor d'aigua a alta pressió i temperatura.

Com el seu nom indica, la prova es basa en aplicar a una petita mostra de la soca diversos colorants i dissolvents, per destacar les seves característiques físiques un cop s'observi al microscopi òptic.

La diferent coloració final d'aquests bacteris es deu al seu gruix i constitució de la seva paret cel·lular, com ja hem explicat. Els bacteris Gram positius tenen una primera capa de peptidoglicà molt gruixuda, mentre que els bacteris Gram negatius la tenen molt més prima, com ja hem explicat en la part de morfologia bacteriana. Aquest fet fa que aquests últims pateixin l'efecte dissolvent de l'alcohol-acetona, fent que no puguin retenir el violeta de genciana abans aplicat, i d'aquesta manera, perdin la coloració blava. D'aquí el color més rosat.

Per contra, els bacteris Gram positius sí que suporten l'efecte de l'alcohol, produint únicament el tancament dels porus i impedit, d'aquesta manera, que la coloració blava es perdi.

6.2.1 MATERIAL

Els materials necessaris per aquesta tinció són:

- Bec de bunsen.
- Safata de tincions.
- Porta objectes.
- Nansa de Kölle⁸⁷.
- Microscopi.
- Oli d'immersió.
- Diversos colorants:
 - Violeta de genciana
 - Lugol
 - Safranina
 - Alcohol-acetona

El protocol dels diversos colorants és el següent:

- Violeta de genciana:
 - 5 grams de violeta de genciana en pols

⁸⁷ Nansa de Kölle: consisteix en un mànec de metall i plàstic amb un portaagulles en el seu extrem. L'agulla intercanviable se situa en la boca del portaagulles i es fixa en aquesta posició.

- 1000 ml d'aigua destil·lada

Es pesa, s'afegeix a l'aigua i es filtra

- Lugol:

- 3,3 grams de Iode.
- 6,6 grams de iodur potàssic.
- 1000 ml d'aigua destil·lada.

Es pesen, es mesclen el Iode i el iodur potàssic amb una mica d'aigua i d'alcohol per tal de desfer els colorants. Finalment se li afegeix la resta de l'aigua. S'agita i es filtra.

- Safranina:

- 2,5 grams de safranina
- 1000 ml d'aigua destil·lada

Es pesa, s'afegeix a l'aigua, s'agita i es filtra

- Alcohol-acetona:

- 70 ml d'alcohol
- 30 ml d'acetona

Es barregen els components.

6.2.2 PROTOCOL A SEGUIR

Per poder dur a terme la tinció de Gram s'ha de seguir el següent protocol:

1. S'esterilitza la nansa de Kölle amb el bec de Bunsen i es posa una gota d'aigua de l'aixeta sobre un portaobjectes.
2. Amb la nansa estèril s'agafa una colònia bacteriana i es posa sobre la gota d'aigua.
3. La mostra es fixa a la flama amb el bec de Bunsen.
4. Un cop fixada la mostra, se li afegeix violeta de genciana a la safata de tincions. Es deixa reposar la mostra durant 2-3 min.
5. Passat aquest temps, s'esbandeix amb aigua de l'aixeta.
6. Se li afegeix lugol. Es deixa reposar durant 1-2 min.
7. S'esbandeix amb alcohol-acetona.
8. Se li afegeix safranina. Es deixa reposar entre 2-3 min.
9. S'esbandeix amb aigua de l'aixeta.

10. Es fixa la mostra amb el bec de Bunsen.
11. Un cop fixada la mostra es procedeix a fer la observació detinguda al microscopi.

6.3 MÈTODES DE SEMBRA EN PLACA

6.3.1 SEMBRA PER EXTENSIÓ

El material necessari per poder fer aquest tipus de sembra és:

- Cultiu inicial.
- Nansa de Digrafsky.
- Bec de Bunsen.
- Hisops⁸⁸ estèrils.
- Placa amb medi de cultiu adient.
- Pipeta amb punta estèril.
- Alcohol.

6.3.2 PROTOCOL

El protocol a seguir en aquest tipus de sembra és el següent:

1. El cultiu inicial ha de trobar-se en medi líquid. Si no ho està, fem una sembra en medi líquid: amb un hisop estèril agafem una mostra del cultiu en placa i l'afegim a un medi de cultiu líquid. Deixem créixer el cultiu en condicions òptimes (37°C, 24h) i ja el tenim llest per la nova sembra. En primer lloc, amb una pipeta extraïem del cultiu líquid una petita quantitat, normalment 1 ml. Seguidament, el dipositem al nou medi.
2. A continuació, esterilitzem la nansa de Digrafsky cobrint-la amb una capa d'alcohol i cremant-lo al bec de Bunsen. La deixem refredar i estenem seguidament la mostra posada al nou medi de manera que quedi uniformement distribuïda per tota la placa. Deixem créixer el medi durant 24h i a 37°C.

⁸⁸ Hisops: utensili estèril format per un bastonet i una part de cotó a un extrem.

6.4 PROVA API 20A

6.4.1 INTRODUCCIÓ I OBJECTIU DE LA PROVA

El sistema API 20 A permet estudiar ràpid i fàcilment 21 caràcters destinats a la identificació bioquímica de les bactèries anaeròbies. Altres caràcters, tals com el creixement en agar en profunditat, aspecte de les colònies, morfologia cel·lular i tinció de Gram, deuen ser determinants i integrants en la metodologia que s'utilitza per a una completa identificació. La llista completa dels bacteris que es possible identificar per aquest sistema està indicada a una taula al final d'aquesta prova.

6.4.2 INICI

El test API 20 inclou 20 microtubs que contenen substrats deshidratats. Els microtubs s'inoculen amb una suspensió bacteriana que reconstitueix els medis. Les reaccions que es produeixen durant la incubació es tradueixen en canvis de color, o bé espontanis o bé provocats mitjançant l'adició de reactius.

La interpretació d'aquestes reaccions es realitza amb l'ajuda de la taula de identificació, i el reconeixement s'obté mitjançant un software de identificació.

6.4.3 COMPOSICIÓ DE LA PROVA

COMPONENTS DEL TEST

La composició del test API 20 A pot veure's en la taula de identificació del final de l'explicació de la prova.

MEDI DE LA PROVA

Quan diem medi de la prova ens referim a el medi on s'hi fa la dissolució bacteriana per, més tard, inocular-ho en els substrats deshidratats.

Aquest medi (de 4 mL) està compost per:

- Trypticase (5 g).
- Extracte de llevadora (5 g).
- Clorur sódic (2.5 g).
- L-triptófan (0.2 g).
- L-cistina (0.4 g).
- Hemina (d'origen porcí/0.005 g).

- Vitamina K1 (0.01 g).
- Sulfit sòdic (0.1 g).
- Aigua desmineralitzada de pH 6.9-7.3

REACTIUS I MATERIAL

Aquests reactius i materials són necessaris per fer la prova però no van inclosos dins del test, per tant, la prova en si no els proporciona.

REACTIUS/INSTRUMENTACIÓ

- Oli de parafina.
- Reactius:
 - BCP (púrpura de Bromocresol).
 - EHR (reactiu d'Ehrlich-Böhme).
 - XYL (xilè).
- McFarland Standard. S'utilitza com a referent per ajustar la turbidesa de les dissolucions bacterianes al necessari.
- Catàleg analític API 20 A.
- Aigua oxigenada al 3% de concentració.

MATERIAL

- Escovilló.
- Pipetes.
- Sistema generador d'anaerobiosis.
- Gradetes per els tubs d'assaig.
- Protector d'ampolla.
- Equip general de laboratori de bacteriologia incloent la làmpada UV.

6.4.4 PRECAUCIONS D'UTILITZACIÓ

- Només per diagnòstic in vitro i control microbiològic.
- Exclusivament per a us professional. (Tot i que jo no sigui un professional de la microbiologia, en aquest cas, al duu a terme les pràctiques en un laboratori d'universitat, aquest tipus de proves estan supervisades per professionals).

- Aquest envàs conté components d'origen animal. La falta de control sobre l'origen i/o l'estat sanitari dels animals no ens permet garantir de forma absoluta que aquests productes no continguin algun agent patògen transmissible. Per això es recomana manipular-los mitjançant precaucions d'utilització relatives als productes potencialment infecciosos (no ingerir, no inhalar).
- Totes les mostres, cultius bacterians i productes inoculats han de ser considerats com potencialment infecciosos i han de ser manipulats de manera apropiada. Durant tota la manipulació, deuen respectar-se les normes d'asèpsia i prendre les precaucions habituals de manipulació per el grup de bacteries estudiades.
- No utilitzar els reactius després de la seva data de caducitat.
- Abans de la seva utilització, verificar la integritat del envàs i dels seus components.
- No utilitzar tests que hagin patit una alteració física: cúpula deformada, etc.
- Obrir les ampolles cuidadosament de la manera següent:
 - Introduir l'ampolla en el protector d'ampolla (tap de plàstic).
 - Subjectar verticalment el conjunt amb una mà (el tap de cara cap amunt).
 - Pressionar fins al fons el tap.
 - Retirar l'ampolla del protector d'ampolla i conservar-lo pel pròxim ús.
 - Retirar el tap de vidre, que hem trencat, amb delicadesa.
- Tota desviació d'aquesta metodologia explicada pot alterar els resultats.
- La interpretació dels resultats del test ha de ser realitzada tenint en compte un context clínic o d'un altre tipus, el origen de les mostres, els aspectes macro i microscòpics de la colònia i, eventualment, els resultats d'altres test, particularment del antibiograma.

6.4.5 CONDICIONS D'EMMAGATZEMATGE

Els tests i els medis es conserven a 2-8°C fins la data límit d'utilització indicada en l'envàs.

6.4.6 MOSTRES. RECOLLIDA I PREPARACIÓ

El test API 20 A no ha de ser utilitzat directament a partir de mostres d'origen clínic o d'un altre tipus.

En una primera fase, els microorganismes a identificar deuen aïllar-se sobre un medi de cultiu apropiat segons les tècniques habituals en bacteriologia.

6.4.7 MÈTODE D'ÚS

PREPARACIÓ DEL INÒCUL⁸⁹

1. Obrir una ampolla d'API 20A Medium (4 ml) com s'indica en l'apartat "Precaucions d'utilització".

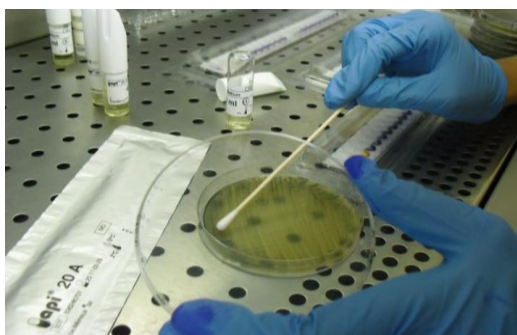


Fotografia d'una ampolla d'API 20A Medium.



Fotografia d'una ampolla d'API 20A Medium.

2. Amb l'ajuda d'un hisop, extreure totes les colònies obtingudes sobre el medi en anaerobiosis. Utilitzar preferentment cultius joves (18-24 hores). Verificar be la puresa de la soca (eventualment realitzar un subcultiu a partir d'una colònia ben aïllada).



Fotografia de com fer una extracció de colònies.

⁸⁹ Inòcul: conjunt de microorganismes que es desenvolupen en un medi de cultiu natural o artificial.

3. Subjectar l'ampolla verticalment i emulsionar els gèrmens fregant el hisop contra la paret duent a terme diverses rotacions mentre es manté dins del medi de suspensió.

La turbidesa final té que ser superior o igual a 3 McFarland. Aquesta suspensió té que ser utilitzada de immediat. Els bacteris de creixement lent poden necessitar varies plaques de medi de cultiu per subcultivar i així obtenir un inòcul de la intensitat necessària.

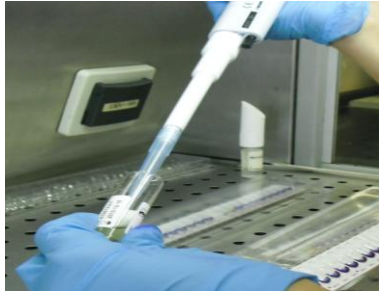


Fotografia de com emulsionar l'ampolla d'API 20 Medium.

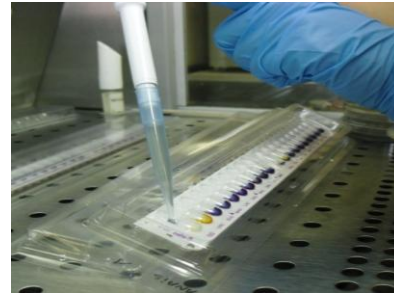
NOTA: Per mantenir una certa anaerobiosis, convé evitar la introducció d'aire durant l'homogeneïtzació del medi.

PREPARACIÓ DEL TEST

1. Preparar la campana estèril.
2. Inscriure la referència de les soques en la llengüeta lateral de la càmera. (No inscriure referències sobre la tapa, ja que aquesta pot extraviar-se durant la manipulació).
3. Treure un test API 20A del seu envàs i dipositar-lo en la campana.
4. Amb l'ajuda de una pipeta estèril, inocular el test amb la suspensió API 20 A Medium preparada, evitant la formació de bombolles al inclinar lleugerament el test.
5. Per al test [GEL], omplir el tub i la cúpula. Per al test IND, omplir només el tub amb API 20A Medium i omplir la cúpula amb oli de parafina, per evitar l'evaporació del indol format.



Fotografia de com preparar el test API 20.



Fotografia de com preparar el test API 20.

6. Tancar el API 20A Medium i cultivar-lo durant 24 hores a 36°C a una càmera anaeròbica.

6.4.8 LECTURA I INTERPRETACIÓ

LECTURA DEL TEST

Molts dels bacteris anaeròbics generen una resposta clara i fàcil d'interpretar en 24 hores, però certes soques de creixement lent només es poden identificar després de 48 hores de incubació:

1. Després de la incubació, la lectura del test deu realitzar-se amb referència a la taula de identificació (al final de l'explicació de la prova).
2. Apuntar en la fulla de resultats totes les reaccions espontànies (que no necessiten l'adició de reactius).
3. Realitzar les proves bioquímiques que precisen l'adició de reactius:
 - El BCP del medi de reacció pot resultar descolorit per reducció. En aquest cas, dur a terme la reacció d'acidificació al agregar una gota del reactiu BCP en tots els microtubs que continguin carbohidrats. Una coloració groga o verd-groc indica una reacció positiva que s'ha d'anotar en la fulla de resultats.
 - Prova IND: agregar una gota del reactiu XYL (xilè). Barrejar i esperar 2-3 minuts. Agregar una gota del reactiu EHR. El reactiu té que romandre en la superfície de la mescla de xilè i oli de parafina al nivell de la cúpula (per no diluir la coloració en el microtub).
4. Fer la seva lectura durant els següents 5 minuts. Un color vermell indica una reacció positiva que s'ha d'anotar a la fulla de resultats.

5. En el cas de la prova CAT, la producció de catalasa es fa evident després d'exposar el test al aire lliure durant 30 minuts. Així doncs, cal agregar dues gotes de H₂O₂ (aigua destil·lada) al 3% en el tub. L'aparició de bombolles indica una reacció positiva que s'ha d'anotar al full de resultats.

INTERPRETACIÓ

La identificació s'obté a partir del perfil numèric.

- Determinació del perfil numèric:
 - La fulla de resultats reproduïx el disseny del test API 20A amb les seves 20 proves bioquímiques, més la reacció de la catalasa i 3 proves bioquímiques de morfologia: SPOR, per espores, GRAM i COCC per cocs.
 - A la fulla de resultats, els tests estan separats en grups de tres i s'assigna per a cada prova un valor: 1, 2 o 4. Sumant el interior de cada grup els números que corresponen a reaccions positives, s'obtenen 8 xifres que constitueixen el perfil numèric.
- Identificació:
 - Es realitza a partir de la base de dades i amb l'ajuda del Catàleg Analític:
 - 1) Localitzar el perfil numèric en la llista dels perfils.
 - 2) Amb l'ajuda del sistema ATB, mini API, o des del programa d'identificació apiweb:
 - Introduir manualment a través del teclat del ordinador el perfil numèric de 8 xifres.

LÍMITS DE LA PROVA

El sistema API 20A està destinat a la identificació bioquímica dels bacteris anaeròbics presents en la base de dades i exclusivament a ells (ja que per poder obtenir els resultats és necessari, com hem dit anteriorment, entrar el perfil numèric en una pàgina web anomenada apiweb). No pot ser utilitzada per identificar altres microorganismes ni per excloure la seva presència.

Només es poden utilitzar cultius que continguin un sol tipus de microorganisme.

TAULA D'IDENTIFICACIÓ

TESTS	COMPO- NENTS ACTIUS	QTE (mg/ cúp)	REACCIONS	RESULTATS	
				Negatiu	Positiu
IND	L-triptofan	0.96	Formació d'INDol.	Color groc	Color vermell
URE	Urea	0.648	UREasa	Color groc-ataronjat	Color vermell
GLU	D-glucosa	1.96	Acidificació (GLUcosa)	Púrpura	Groc/ Verd-grogós
MAN	D-manítol	1.96	Acidificació (MANitol)		
LAC	D-lactosa (origen bobí)	1.96	Acidificació (LACtosa)		
SAC	D-sacarosa	1.86	Acidificació (SACarosa)		
MAL	D-maltosa	1.96	Acidificació (MALtosa)		
SAL	Salicina	1.64	Acidificació (SALicina)		
XYL	D-xilosa	1.64	Acidificació (XYLosa)		
ARA	L-arabinosa	1.64	Acidificació(ARABinosa)		

[GEL]	Gelatina (origen bobí)	0.6	Hidròlisis (proteasa) (GELatina)	Sense difusió del pigment(1)	Difusió del pigment (1)
ESC	Esculina Citrat fèrric	0.36 0.11	Hidròlisi (B-glucosidasa) (ESCuлина)	Groc	Marró-negre (2)
				A sota els rajos UV:	
				Fluorescent	Sense fluorescència.
GLY	Glicerol	1.82	Acidificació (GLYcerol)	Púrpura	Groc/ groc-verdós
CEL	D-cel·lobiosa	1.86	Acidificació(CEL·lobiosa)		
MNE	D-manosa	1.96	Acidificació (MaNosE)		
MLZ	D-melecitosa	1.96	Acidificació(MeLeZiltosa)		
RAF	D-rafinosa	2.18	Acidificació (RAFinosa)		
SOR	D-sorbitol	2.18	Acidificació (SORbitol)		
RHA	L-rhamnosa	1.96	Acidificació (RHAmnosa)		
TRE	D-trehalosa	1.96	Acidificació (TREhalosa)		

CAT		-	CATalasa	Sense bom-bolles	Amb bom-bolles
SPOR		-	Espores	Ausència d'espores	Presència d'espores
GRAM		-	Coloració de Gram	Rosa	Violeta
COCC		-	Morfologia	Bacil	Cocccúries

(1) Durant la seva incubació en un envàs rodó, el pigment es difon només en la part inferior del tub.

(2) La coloració marró-negre només es desenvolupa a vegades a l'aire lliure, per tant, això s'ha de tenir en compte a l'hora de fer la identificació.

7. BIBLIOGRAFIA

7.1 PÀGINES WEB

ALMIRÓN, Mónica; FLORES, Nancy; GONZALEZ, Teresita; HARRISBERGER, Hector. *El tetanos* [en línia]. <http://med.unne.edu.ar/revista/revista143/6_143.htm> [Consulta: 19.11.2011]

BUENAS TAREAS. *Historia natural del tetanos* [en línia]. <<http://www.buenastareas.com/ensayos/Historia-Natural-Del-Tetanos/794866.html>> [Consulta: 07.08.2011]

DECHECO, Alicia. *Taxonomía bacteriana* [en línia]. <<http://www.scribd.com/doc/17103602/TAXONOMIA-BACTERIANA>> [Consulta: 12.12.2011]

DEPARTMENT OF HEALTH AND HUMAN SERVICES. *Tetanus (lockjaw) vaccination – Centers for disease control and prevention* [en línia]. Estats Units: 2007 <<http://www.cdc.gov/vaccines/vpd-vac/tetanus/default.htm>> [Consulta: 30.07.2011]

DOMÍNGUEZ, Samuel. *Antibiograma* [en línia]. Granada: 2007. <<http://perso.wanadoo.es/microdominguez/d.htm>> [Consulta: 13.11.2011]

GALIANO, Álvaro. *Enfermedades infecciosas – instituto químico biológico* [en línia]. Madrid: 2004. <http://www.iqb.es/monografia/patologias/p02_01.htm> [Consulta: 09.08.2011]

GENERALITAT DE CATALUNYA. *Tètanus* [en línia]. Catalunya: 2011. <<http://www20.gencat.cat/portal/site/canalsalut/menuitem.af261f715269a25d48af8968b0c0e1a0/?vgnnextoid=9acfc118ab2da210VgnVCM1000008d0c1e0aRCRD&vgnnextchannel=9acfc118ab2da210VgnVCM1000008d0c1e0aRCRD&vgnnextfmt=default>> [Consulta: 20.09.2011]

GONZALEZ, Manuel. *Enfermedades: embolia pulmonar* [en línia]. Madrid: 2009. <http://www.dmedicina.com/enfermedades/respiratorias/embolia_pulmonar> [Consulta: 04.08.2011]

- HINFEY, Patrick. *Tetanus – Medscape reference* [en línea]. Nova York: 2001. <<http://emedicine.medscape.com/article/229594-overview>> [Consulta: 24.10.2011]
- IÁNEZ, Enrique. *Microbiología y Biotecnología* [en línea]. Universidad de Granada: 2006. <<http://www.ugr.es/~eianez/>> [Consulta: 26.07.2010]
- MEDCICLOPEDIA. *Enfermedades infecciosas. Tétanos* [en línea]. <http://www.iqb.es/monografia/patologias/p02_01.htm> [Consulta: 15.09.2011]
- MEDICINA Y FARMACOLOGÍA. *Tétanos* [en línea]. <<http://medicinafarmacologia.blogspot.com/2011/07/tetanos.html>> [Consulta: 18.09.2011]
- MEDLINE PLUS. *Hemoglobinuria* [en línea]. Estats Units: 2011. <<http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/ency/article/003363.htm>> [Consulta: 15.11.2011]
- MEDLINE PLUS. *Tétanos* [en línea]. Estats Units: 2011. <<http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/ency/article/000615.htm>> [Consulta: 20.08 .2011]
- MEDLINE PLUS. *Úlcera de decúbito* [en línea]. Estats Units: 2011. <<http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/ency/article/007071.htm>> [Consulta: 18.12.2011]
- MILIÁN, Grethel; PÉREZ, Manuel; PUENTES, Yenisleidys; BOCOURT, Ramón. *Empleo de probióticos a base de Bacillus sp y sus endosporas en la producción avícola*. [en línea]. <<http://www.bibliociencias.cu/gsd/collect/libros/index/assoc/HASH01b8.dir/doc.pdf>> [Consulta: 12.09.2011]
- NAMUCHE, Blanca. *Características generales e importancia de las bacterias, protozoarios, virus y priones – Monografías* [en línea]. Lima: 2007 <<http://www.monografias.com/trabajos54/bacterias-virus-priones/bacterias-virus-priones2.shtml>> [Consulta: 29.09.2011]
- NORDQVIST, Christian. *What is tetanus? What causes tetanus?* [en línea]. Regne Unit: 2004. <<http://www.medicalnewstoday.com/articles/163063.php>> [Consulta: 23.07.2011]

PATIÑO, José. *Tétanos* [en línia]. <<http://www.aibarra.org/Guias/7-19.htm>> [Consulta: 12.10.2011]

PROTECCIÓ CIVIL D'OLÈRDOLA. *El tétanos* [en línia]. <<http://www.olerdola.org/documentos/EI%20tetanos.pdf>> [Consulta: 29.11.2011]

RIE. *Tétanos* [en línia]. Xile: 2010 <http://rie.cl/enfermedades_infecciosas/?e=tetanos> [Consulta: 04.12.2011]

RODRÍGUEZ, Manuel; SUTIL, Aniuska. *Tétanos* [en línia]. Venèçuela: 2011. <<http://cyberpediatria.com/tetanos.htm>> [Consulta: 08.11.2011]

SCIELO. *Clostridium Tetani, tétanos y su frecuencia en Costa Rica* [en línia]. Costa Rica: 2011. <http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S0253-29482000000200008&script=sci_arttext> [Consulta: 14.08.2011]

SERRANO, Yolanda. *Taxonomía de bacterias* [en línia]. Puerto Rico: 2011. <<http://facultad.bayamon.inter.edu/yserrano/eubacterias.htm>> [Consulta: 12.12.2011]

WALES, Jimmy. *Antibiòtic* – *Viquipèdia* [en línia]. Estats Units: 2001. <<http://ca.wikipedia.org/wiki/Antibi%C3%B2tic>> [Consulta : 03.07.2011]

WALES, Jimmy. *Artemia salina* – *Wikipedia* [en línia]. Estats Units: 2001. <http://es.wikipedia.org/wiki/Artemia_salina> [Consulta: 06.08.2011]

WALES, Jimmy. *Bacteria* – *Wikipedia* [en línia]. Estats Units: 2001. <http://es.wikipedia.org/wiki/Bacteria#Estructura_de_la_c.C3.A9lula_bacteriana> [Consulta: 20.09.2011]

WALES, Jimmy. *Clostridium* – *Wikipedia* [en línia]. Estats Units: 2001. <<http://es.wikipedia.org/wiki/Clostridium>> [Consulta: 13.10.2011]

WALES, Jimmy. *Clostridium perfringens* – *Wikipedia* [en línia]. Estats Units: 2001. <http://es.wikipedia.org/wiki/Clostridium_perfringens> [Consulta: 15.10.2011]

WALES, Jimmy. *Clostridium tetani* – *Wikipedia* [en línia]. Estats Units: 2001. <http://es.wikipedia.org/wiki/Clostridium_tetani> [Consulta: 20.10.2011]

WALES, Jimmy. *Etimologia* – *Viquipèdia* [en línia]. Estats Units: 2001. <<http://ca.wikipedia.org/wiki/Etimologia>> [Consulta: 29.10.2010]

WALES, Jimmy. *Fílum* – *Wikipedia* [en línia]. Estats Units: 2001.
<<http://ca.wikipedia.org/wiki/F%C3%ADlum>> [Consulta: 03.11.2011]

WALES, Jimmy. *Gangrena* – *Wikipedia* [en línia]. Estats Units: 2001.
<http://es.wikipedia.org/wiki/Gangrena#Gangrena_gaseosa>
[Consulta: 06.11.2001]

WALES, Jimmy. *Hepatitis* – *Viquipèdia* [en línia]. Estats Units: 2001.
<<http://ca.wikipedia.org/wiki/Hepatitis>> [Consulta: 19.11.2011]

WALES, Jimmy. *Paràsit* – *Viquipèdia* [en línia]. Estats Units: 2001.
<<http://ca.wikipedia.org/wiki/Par%C3%A0sit>> [Consulta: 02.12.2011]

WALES, Jimmy. *Patogen* – *Viquipèdia* [en línia]. Estats Units: 2001.
<<http://ca.wikipedia.org/wiki/Patogen>> [Consulta: 02.12.2011]

WALES, Jimmy. *Simbiosis* – *Wikipedia* [en línia]. Estats Units: 2001.
<<http://es.wikipedia.org/wiki/Simbiosis>> [Consulta: 02.12.2011]

7.2 LLIBRES

BAKER, F. J; BREACH, M.R. *Medical microbiological techniques*. Londres:
Butterworths, 1980.

GARROD, Lawrence; LAMBERT, Harold; O'GRADY, Francis. Edinburgh: Churchill
Livingstone, 1981.