

por el hecho de que el excedente corre hácia abajo, á la tercera zona, la del *agua freática*.

Es evidente que las condiciones más favorables para que las corrientes atmosféricas arranquen y arrebatén las bacterias del suelo se presentan cuando existe una zona de desecación. Sólo entonces puede tenerse en cuenta el medio de transporte más importante.

Durante todo el invierno y gran parte de la primavera, en nuestro clima, no hay de ordinario ninguna zona de desecación y, por consiguiente, ninguna posibilidad de paso de los gérmenes al aire. Por el contrario, al fin del verano y en otoño ésta existe con frecuencia y no cesa sino momentáneamente, por tanto tiempo como el agua llovida mantenga húmeda la superficie exterior. Puesto que la existencia de una zona de desecación tiene siempre como resultado la cesación de aflujos al agua subterránea, es decir, un descenso de su nivel, hay en las variaciones de éste una indicación bastante útil respecto á la posibilidad del transporte de las bacterias por el viento. Pero esta indicación no será exacta del todo, porque no penetrando á veces el agua por la superficie durante semanas y aún meses, la supresión de esta vía de transporte no queda indicada por las variaciones de nivel del agua freática.

La existencia de una zona de desecación obra también de una manera activa sobre la masa y la diversidad de las bacterias transportadas por el viento, porque permanecen en la capa superficial todos los líquidos impuros, agua de alcantarillas, deyecciones, etc., y con ellos las bacterias que transportan. De aquí resulta un amontonamiento de las más diversas bacterias, saprofitas y patógenas, tal como no se produce cuando falta la zona de desecación en un terreno húmedo, en atención á que en éste la corriente líquida arrastra las bacterias hasta una profundidad en que se sustraen á la acción de los vientos.

Las otras vías de transporte sólo experimentan en un débil grado las influencias de tiempo capaces de hacerlas variar. Verdad es que en otro tiempo se atribuyó al agua subterránea una contagiosidad variadísima, según que está más ó menos alta; pero, de ordinario, las variaciones de su nivel influyen poco en su riqueza de bacterias.

La propagación por los alimentos, el hombre y los objetos más variados es favorecida quizá por la existencia de una zona de sequedad, porque precisamente en la época en que ésta existe contienen muchas bacterias las capas superficiales del suelo, por las que se verifica la infección.

Sin embargo, sólo se notarán diferencias en los terrenos expuestos á una contaminación continua, es decir, en el suelo de las calles, de los patios, etc., al paso que la tierra laborable impregnada de líquido que contenga bacterias, sólo por un concurso de circunstancias

imprevistas podría manifestar variaciones temporales en la producción de las vías de transporte.

En resumen, sólo la desecación de la capa superficial es lo que desde todos puntos de vista aumenta el peligro de que se propaguen los gérmenes patógenos del suelo.

La naturaleza del terreno parece tener menor influencia sobre el transporte de estos gérmenes. Dicho se está que aquí sólo se trata de un terreno poroso, apto para absorber grandes cantidades de bacterias. Además, puede suponerse que en un suelo cuyos poros sean muy gruesos, las bacterias no se acumularán por lo general en tan grandes masas y se acarrearán más profundamente, así como se difundirán con más facilidad en un gran espacio que en un terreno de poros finos.

Esto será evidente cuando abundantes lluvias mojen el suelo y no haya zona de desecación. En un suelo de grandes poros podría ser particularmente eficaz, por consiguiente, la existencia de una zona de desecación, puesto que sólo mientras dura hay probabilidades lo mismo para un transporte de las bacterias por el viento que para una diseminación por los hombres y por los objetos. Por otra parte, una tierra finamente porosa retiene también mejor las bacterias en la capa superficial por efecto de la falta de una zona de desecación. Por este motivo podría verificarse la diseminación, no por los vientos, sino por otras vías; por ejemplo, por el transporte directo hasta en un suelo húmedo. También por esta razón se dejan sentir menos las diferencias entre las fases seca y húmeda en un terreno de poros finos. Es preciso aguardar á que se confirmen estas hipótesis con investigaciones experimentales hechas directamente por medio de bacterias. Será necesario modificarlas según los datos que se obtengan, y esperar que éstos aclaren las propiedades de las diferentes tierras respecto á la propagación de los gérmenes infecciosos.

En todo caso, de lo que precede podemos deducir que el suelo no es á propósito para producir una madurez particular y una extensa multiplicación de las bacterias patógenas, pero que, por otra parte, quizá convenga para conservar y propagar estas mismas bacterias. La existencia de estas dos propiedades está sujeta á variaciones de tiempo y de lugar; la conservación y la propagación de los gérmenes sólo se observa en un suelo poroso cuando existe una zona de desecación y cuando el agua freática está en vías de descenso.

Merced á su propiedad de conservar las bacterias patógenas sin alterarlas y la de permitirles que penetren de nuevo en gran masa en el medio ambiente, el suelo puede, al parecer, representar un papel en la propagación de las enfermedades infecciosas, y las influencias de tiempo y de lugar que obran sobre estas propiedades se dejarán también sentir en el curso de las epidemias.

Ante todo, las bacterias patógenas que, como las del tífus, apestan directa ó indirectamente al suelo y que existen ya en estado de formas vivaces en las deyecciones ó que producen estas últimas en el suelo, estas bacterias hallan con frecuencia su más importante modo de propagarse en el hecho de que las capas de tierra superficiales lleguen por diversas vías hasta las habitaciones del hombre. Por otra parte, esta extension sólo se verificará partiendo de un terreno poroso y cuando exista una zona de desecacion ó un nivel muy bajo en el agua subterránea, es decir, una marcada disposicion de tiempo y de lugar; pero ni aún los bacilos del tífus estarán exclusivamente reducidos á propagarse por esta vía. Por el contrario, tenemos que admitir que pueden producir infecciones por otras vías. Tambien debemos admitir este hecho mucho más respecto á las bacterias que no llegan al suelo en un estado tan completo de desarrollo, ó que (como los bacilos del cólera) no pueden ser trasportadas por las corrientes atmosféricas, en atencion á que no existen los grados necesarios de desecacion. Por consiguiente, para la mayoría de los parásitos facultativos será excepcional la conservacion en el suelo y su propagacion á partir desde este punto.

La diferencia esencial entre la hipótesis de Pettenkofer y la opinion que debemos tener sobre la biología de las bacterias patógenas y la actitud de éstas en el suelo, estriba, por consiguiente, en el hecho de no hallarse en la tierra ningun factor que deba obrar *necesariamente* sobre las bacterias con objeto de hacerlas aptas para provocar una infeccion. La idea primitivamente admitida de una especie de maduracion del agente infeccioso por la accion misteriosa del suelo, no puede conformarse con las propiedades biológicas conocidas, y debe desecharse. Tampoco podemos admitir una multiplicacion de las bacterias patógenas que se produzca exclusivamente en el suelo (á excepcion quizá del agente palúdico, aún mal conocido), en atencion á que otros substratos de la superficie se manifiestan en general mucho más aptos para favorecer la multiplicacion. La propiedad que el suelo tiene de una manera notable de conservar y propagar el agente infeccioso, esta propiedad no le pertenece de un modo exclusivo. Además puede verificarse la propagacion gracias á otros medios y por otras vías más usuales que la vía indirecta del suelo.

La aparicion de las variaciones de tiempo y lugares, que segun Pettenkofer debe explicarse únicamente por la influencia del terreno, no puede obligarnos á reconocer una relacion constante entre el suelo y las epidemias. Más bien vemos que los otros modos de propagacion en los cuales no interviene de ninguna manera el suelo (por el alimento, por el contacto directo, etc.), están igualmente expuestos á las influencias de tiempos y lugares y pueden servir lo bastante para explicar las

oscilaciones correspondientes de las epidemias (véase el capítulo siguiente).

En el agua se encuentran casi siempre bacterias en número muy variable, y las especies observadas son casi exclusivamente saprofitas. Entre éstas algunas son propias para despertar nuestro interés, porque con cantidades imponderables de sustancias nutritivas sencillas pueden dar origen á un gran número de individuos cuando la temperatura es de 8 á 10°. Por consiguiente, se multiplican de una manera extraordinaria en las aguas más diversas. Estas *bacterias del agua*, de que Bolton ha aislado seis especies muy comunes, son importantísimas desde el punto de vista de la cantidad total de las bacterias contenidas en un agua cualquiera, porque allí donde existen se multiplican con tanta rapidez, que bien pronto desaparecen todas las demás ante ellas. Aparte de esto, la calidad del agua es por completo indiferente; estas bacterias se multiplican en el agua destilada más pura posible con tanta fuerza como en lo que se llama una mala agua de pozo, contaminada por sustancias orgánicas. Junto á estas bacterias características se encuentran igualmente en el agua las especies que se distinguen por sus caractéres morfológicos y por la variabilidad de su forma, señalada por Zopf: *crenothrix*, *cladothrix*, *beggiatoa*. No se sabe nada de particular sobre la calidad del agua necesaria para el desarrollo de estos hongos.

Un gran número de especies saprofitas no parecen desarrollarse de ninguna manera en el agua; algunas veces sólo hay un desarrollo muy débil. Lo mismo sucede con todas las bacterias patógenas, aún cuando sea favorable la temperatura; porque necesitan cantidades determinadas (ínfimas en verdad) de las mejores sustancias nutritivas. Segun Bolton, los bacilos del tífus exigen por lo ménos 67 miligramos de materias orgánicas por litro, y los espirilos del cólera 400 miligramos. Muy rara vez existe tal cantidad de materias orgánicas en el agua potable; aparte de esto, las bacterias patógenas exigen sustancias nutritivas de calidad determinada. No puede reemplazar á las cantidades necesarias de peptona y de albúmina ni aún una elevada riqueza en materias llamadas orgánicas poco nutritivas, tales como se encuentran de ordinario en el agua.

Por otra parte, las bacterias patógenas son relativamente resistentes en el agua. Los bacilos del carbunco que no contengan esporos y el *micrococcus tetragenus* pueden vivir en ella durante seis días; los bacilos del tífus sin esporos, catorce á veinte días; cuando contienen esporos, treinta á noventa días y aún más. Respecto á los bacilos del có-

lera, Wolffhügel y Riedel han comprobado que la vitalidad persistía en el agua unos ochenta días; á veces hasta se multiplicaban en ella. En algunos de estos ensayos, cuyos resultados no concuerdan por completo, quizá haya habido una siembra demasiado considerable y la trasmision de una pequeña cantidad de sustancia nutritiva del cultivo, lo cual ejerce, segun sabemos, la mayor influencia sobre la multiplicacion y la facultad de conservacion. Numerosos experimentos practicados en el Instituto del autor con los bacilos del cólera no han producido multiplicacion, cualquiera que fuese la naturaleza del agua, cuando la siembra fué moderada; siempre morian todos al cabo de ocho á catorce días. Todas las investigaciones sobre este asunto se han hecho de una manera particularmente favorable al desarrollo y á la conservacion de las especies patógenas, porque constantemente se ha empleado agua esterilizada. En las condiciones naturales existen siempre en gran número los saprofitos y deben de alterar considerablemente hasta las condiciones necesarias para el desarrollo de las bacterias patógenas. Este hecho ha sido demostrado directamente por las investigaciones de Wolffhügel y Riedel, que en el agua no esterilizada no encontraron ya bacterias del cólera al cabo de dos días, aún cuando la siembra hubiera sido muy considerable.

El camino por el cual las bacterias llegan hasta el agua no atraviesa, segun hemos dicho someramente más arriba, grandes extensiones de terreno, ni el agua subterránea. Los resultados concordantes de Roth (1), Bolton (2) y Heraeus (3) revelan que disminuye el número de las bacterias en el agua de pozo, cuando se extrae de una manera continua hasta determinar un aflujo del agua subterránea. Además, las fuentes que contienen pocas bacterias despues de haber sacado el agua con bomba, son aquellas que mejor protegidas están por parte de la superficie y que tambien lo están en todo lo posible contra una siembra probable y constante por las paredes del pozo y los tubos de descarga. Debemos figurarnos que las bacterias penetran de preferencia en el agua potable por intermedio de las regueras de la superficie, y por las hendiduras de los conductos procedentes de las letrinas llegan así hasta el pozo. Evidentemente, las bacterias patógenas pueden seguir la misma vía para llegar hasta la fuente. Por este motivo se verificará sobre todo la infeccion del agua potable allí donde exista una fuente mal tapada en medio de un patio habitualmente no limpio. El suelo de este último está por lo general contaminado por las aguas sucias y las deyecciones; además, sucede con frecuencia que el exceso de agua re-

(1) *Viertelj. f. ges. Med. N. F.*, t. XLIII, cap. 2.º

(2) *Zeitschr. f. Hygiene*, t. I, cap. 1.º

(3) *Ibid.*, cap. 2.º

fluye hácia la fuente, por ejemplo, cuando se lava la ropa. Algunas veces tambien el agua subterránea contendrá por sí misma numerosas bacterias. Sucede esto, por ejemplo, cuando es pequeña la distancia hasta la superficie, ó se reduce artificialmente; cuando las letrinas próximas llegan hasta el nivel del agua freática, ó, por último, cuando el terreno es notablemente permeable.

El número de las bacterias contenidas en un agua varía esencialmente segun existan ó no especies capaces de multiplicarse y condiciones favorables para esta multiplicacion.

Estas condiciones son tanto más favorables cuanto más elevada es la temperatura, cuanto más tiempo ha estado estancada el agua y cuanto más se conservan en ella las bacterias nuevamente formadas. Por consiguiente, durante los meses de verano es mucho más alto el número de las bacterias en el agua detenida de muchas fuentes, que mientras dura la estacion fria. Las otras condiciones del agua, su riqueza en materias orgánicas y en sales, no tienen importancia para la multiplicacion de las especies, ni, por consiguiente, en el número de las bacterias. Sólo cuando faltan las bacterias del agua y existen únicamente saprofitos que exigen una cantidad más grande de sustancias nutritivas es cuando se dejan sentir las influencias de la composicion química sobre el número de las bacterias. No puede deducirse un peligro de infeccion por el número de bacterias capaces de desarrollarse que existan en una muestra de agua; tampoco puede deducirse de este número el grado de contaminacion sino cuando al mismo tiempo se tiene en cuenta la presencia eventual de bacterias del agua, y si la estacion y la manera de emplear el agua no han favorecido la multiplicacion ántes de haber tomado la muestra para el exámen.

Las bacterias patógenas serán siempre muy difíciles de reconocer entre el gran número de saprofitos. Además, es menester considerar que generalmente no existen largo tiempo en el agua de fuente. Como no se multiplican en ésta, cada vez que se saca agua, en cada aflujo de agua subterránea pura, su número disminuye y únicamente aumentan las probabilidades para la demostracion de estos gérmenes en el caso en que en diferentes ocasiones haya habido adición de bacterias patógenas. Probablemente, es preciso atribuir á estas dificultades el hecho de que nunca se haya podido demostrar de una manera cierta la presencia de gérmenes patógenos en el agua (1).

(1) En estos últimos tiempos se ha podido demostrar la presencia de los gérmenes patógenos en el agua. Fränkel y Simmonds han encontrado en ésta el germen del tífus. Chantemesse, Vidal y Thoinot lo han encontrado tambien en las mismas condiciones. Con el bacilo del cólera, es el único germen patógeno hallado en el agua. — T.

Al lado del agua subterránea artificialmente elevada y utilizada como potable, también las que corren por la superficie del suelo sirven de medio de transporte a las bacterias saprofitas y accidentalmente a las bacterias patógenas. En particular es peligrosa el agua de los arroyos y de los ríos, porque con mucha frecuencia está encargada del alejamiento de las inmundicias, al mismo tiempo que proveen de la cantidad de agua necesaria para los usos diarios. Además, las aguas estancadas, las orillas fangosas de los ríos y las comarcas sujetas a las inundaciones tienen probablemente cierta importancia, desde el punto de vista del desarrollo de determinadas enfermedades infecciosas. En estos casos las aguas funcionan, no sólo como medio de transporte, sino que también es verosímil que puedan favorecer el crecimiento y desarrollo de los parásitos facultativos. En efecto, está demostrado que los bacilos del tífus, las bacterias del carbunco y los espirilos del cólera pueden desarrollarse en fragmentos de plantas muertas, como se acumulan con frecuencia en las regiones inundadas, en las márgenes de los ríos, etc. En estos lugares dichas bacterias encuentran durante gran parte del año una temperatura favorable, un grado de humedad suficiente y la cantidad necesaria de alimento. Por poco que estas sustancias se encuentren próximas al hombre, podrá haber en ellas un desarrollo saprofítico de las bacterias parásitas. Sobre todo, en las regiones tropicales es donde este desarrollo se producirá bien. Koch ha podido demostrar en un *tank* indio la existencia del bacilo colerígeno, lo cual induce a creer que estos gérmenes se habían multiplicado considerablemente al borde del lago.

Diariamente pueden introducirse en nuestro organismo gran número de bacterias patógenas, lo mismo por los alimentos que por el agua. En algunos (cerveza, queso, etc.) se añade de propósito un gran número de bacterias al prepararlos. Ciertos vegetales cuyas partes empleadas se desarrollan debajo de la superficie del suelo transportan al mismo tiempo que tierra un gran número de bacterias; otros también, por ejemplo los frutos, están fuertemente contaminados por los gérmenes del aire que se fijan en su superficie pegajosa ó que se depositan en ella por condensación del vapor de agua. Sucede con frecuencia que alimentos exentos de bacterias ó esterilizados al prepararlos (leche, carnes, alimentos cocidos diversos) se infectan, ora por contacto directo, ora por los gérmenes atmosféricos. Estos gérmenes se desarrollan entonces más ó menos, según la temperatura y según las cualidades nutritivas de las sustancias sobre las cuales se encuentran. En

todo caso, las colonias pueden consistir, ya en saprofitos inofensivos, ya en agentes de fermentación que no son en absoluto indiferentes, en el sentido de que introduciendo cantidades considerables de estos gérmenes en el tubo digestivo, las fermentaciones que determinan pueden verificarse de una manera demasiado intensa; ó bien las bacterias que habitualmente se desarrollan como saprofitas producen ptomainas muy activas, algunas de las cuales dan origen a perturbaciones morbosas del intestino; por último, algunas veces son verdaderas bacterias patógenas.

Colonias particularmente interesantes son las que se desarrollan en los alimentos conservados. Con frecuencia veese entonces que la temperatura es muy favorable para el desarrollo de parásitos facultativos; además, muchas veces existe allí un substrato nutritivo tal, que apenas podría fabricarse otro mejor para los cultivos artificiales; asimismo, los alimentos presentan frecuentemente las condiciones de un terreno nutritivo sólido, es decir, que difícilmente lo invaden los saprofitos. Está demostrado que la leche, el caldo, la carne, son excelentes substratos nutritivos para los bacilos del tífus y del cólera. Con toda evidencia resulta de esto que cuando tales agentes patógenos u otros cualesquiera llegan por intermedio de las corrientes atmosféricas, por la tierra, por los contactos directos, a ponerse en relación con estas sustancias, con los vasos, con los paños que sirven para limpiarlos, etc., todos se multiplican de una manera notable y hacen peligrosa la absorción de tal alimento.

Abstracción hecha de los parásitos facultativos que encuentran aquí un terreno favorable para multiplicarse, también los parásitos obligados pueden transmitirse al hombre por el alimento. En efecto, los que como el bacilo de la tuberculosis son infecciosos lo mismo para los animales de carnicería que para el hombre, pueden transportarse a este último por el uso de la carne. Los peligros que provienen de los alimentos pueden evitarse casi por completo por una cocción suficiente y por el hábito de no comer más que alimentos preparados de poco tiempo. Pero, según la experiencia nos enseña, en todos los pueblos y en todas las clases de la sociedad, parte del alimento se absorbe en el estado crudo ó conservado durante largo tiempo, es decir, contiene muchas bacterias. La cantidad que se absorbe de tal alimento varía según los usos y costumbres de una población. Mientras que en los países meridionales se presta poco cuidado a la elección del alimento y la mayor parte de él se emplea crudo y a veces medio echado a perder, en otras comarcas se tiene tanto esmero en elegir y preparar los alimentos, que esta vía de infección es muy restringida.

Por este motivo presentan tan grandes diferencias según las localidades la riqueza de los alimentos en bacterias y el peligro de infectar-