

# Estudio de la movilidad y velocidad bacteriana empleando televisión en circuito cerrado

Francisco Hernández

Unidad de Microscopía Electrónica, Universidad de Costa Rica

Javier Vincenti

Núcleo de Investigación y Desarrollo Educativo en Salud, Escuela de Medicina, Universidad de Costa Rica.

Patricia Rivera

Laboratorio Clínico, Hospital Nacional de Niños, Caja Costarricense de Seguro Social.

(Recibido para su publicación el 23 de mayo de 1984)

**Abstract:** Speed and motion patterns of *Campylobacter fetus* ssp. *jejuni*, *Escherichia coli* and *Pseudomonas aeruginosa* were recorded using a closed circuit television camera attached to a phase contrast microscope. A Sony video analysis system was used to stop frame videotape at 1/7th and 1/15th. Bacterial speeds were: *Campylobacter* 29.2  $\mu\text{m/s}$ , *E. coli* 8.9  $\mu\text{m/s}$  and *P. aeruginosa* 16.8  $\mu\text{m/s}$ .

La determinación de la velocidad de desplazamiento de bacterias se ha estudiado mediante diversos métodos, algunos un tanto engorrosos o complejos y que en ocasiones brindan resultados aproximados. Algunos de esos métodos se basan en calcular el tiempo que una bacteria tarda en atravesar una distancia conocida (Clowes *et al.*, 1955) o en realizar determinado recorrido en un tubo capilar (Adler y Dahl, 1967); o bien, en calcular el número de bacterias que pasan de una solución a otra, a través de una pequeña abertura (Shoosmith, 1960). Estos métodos permiten calcular la velocidad de desplazamiento bacteriano en forma aproximada, ya que dependen entre otros factores de la tasa de generación, estímulos quimio-tácticos, densidad del medio y sobre todo se evalúa el desplazamiento total de una población.

Por otra parte, se puede medir el desplazamiento de una sola célula con microcinematografía de alta velocidad (Krieg *et al.*, 1967). Aunque este método resulta costoso, brinda gran exactitud en las determinaciones.

En este informe se propone un método relativamente sencillo, barato, y preciso, empleando televisión en circuito cerrado con cepas de *Campylobacter fetus* spp. *jejuni*, *Pseudomonas aeruginosa* y *Escherichia*

*coli*. Las bacterias fueron aisladas de casos clínicos y rayadas en platos de agar sangre para confirmar su pureza y posteriormente se inocularon en tubos con caldo nutritivo y se incubaron, la primera a 42 °C durante 12 horas y las otras dos a 35 °C durante 4 horas.

De cada cultivo se colocó una gota entre lámina y laminilla y se analizó con el objetivo de inmersión de un microscopio de contraste de fases acoplado a una cámara de televisión en circuito cerrado (Panasonic WV 2300) con un generador de efectos (WJ 4500).

Las cintas video magnéticas se estudiaron con un analizador de movimientos (Sony SWM 1010), que permite retardar la acción de 1/7 y 1/15 de velocidad normal, de manera que produce un efecto de "cámara lenta". El recorrido realizado por 15 bacterias de cada cepa se calcó en sendas láminas de plástico transparente, adosadas a la pantalla del analizador de movimiento, haciendo pasar la cinta a baja velocidad para dibujar ese recorrido. Luego, esa distancia se midió con un curvímeter y se tradujo a micrómetros utilizando el factor de magnificación. Luego se cronometró diez veces el recorrido de cada bacteria, utilizando el promedio de esas determinaciones. Con la distancia y el tiempo consumido

CUADRO 1

Velocidad promedio de bacterias, calculadas mediante un analizador de movimiento en televisión en circuito cerrado

Bacteria	Velocidad promedio ( $\mu\text{m/s}$ )	# de veces que recorre su longitud en un segundo
<i>Campylobacter fetus</i>	29.26	14.6
<i>Escherichia coli</i>	8.93	2.5
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	16.83	4.2

en realizar el recorrido se calculó la velocidad. Las tres bacterias analizadas presentaron un movimiento de traslación con rotación simultánea de su cuerpo, en *Campylobacter* ese movimiento fue muy evidente, dado la morfología curva de esta bacteria (Hernández *et al.*, 1985).

En el Cuadro 1 se muestra la velocidad promedio para cada bacteria. Además, se presenta el número de veces la longitud del cuerpo de la bacteria que recorre en un segundo. Se observa que *Campylobacter* fue la bacteria más veloz, con una velocidad promedio de 29,26  $\mu\text{m/s}$ , que equivale a un recorrido de 14,6 veces la longitud promedio de su cuerpo en un segundo. Esta alta velocidad y el hecho de que en muchas ocasiones *Campylobacter* presenta un recorrido unidireccional, le imprimen un movimiento característico que ha sido descrito como "movimiento de dardo". No obstante, en algunas ocasiones describió recorridos erráticos, e incluso regresó sobre su propio recorrido. También se observó que algunas células quedaban girando sobre uno de sus extremos a manera de hélice, posiblemente porque uno de los flagelos se adhería al portaobjetos.

En *E. coli* y en *Pseudomonas* se observó más frecuentemente ese recorrido errático, lo que hace que no se observe un movimiento unidireccional en esas bacterias, como se observa en *Campylobacter*.

La determinación de la velocidad de una bacteria puede aplicarse a la cuantificación de estímulos quimiotáxicos, o bien, a la evaluación de efectos inmovilizantes inducidos por anticuerpos específicos, es decir, permitiría una cuantificación en las pruebas serológicas de inmovilidad. A la vez, podría aplicarse al estudio de alteraciones provocadas por anticuerpos que afectan las síntesis de pared bacteriana y que interfieren con la movilidad de las cepas tratadas (Fleming *et al.*, 1950). Existen algunos

factores que deben considerarse en las determinaciones de movilidad bacteriana, como son: tensión de oxígeno, temperatura, edad del cultivo, densidad y composición del medio en que se suspende la bacteria para hacer la determinación. No obstante, controlando esas condiciones y trabajando con cepas control, es posible evaluar el cambio en la actividad inducido por el tratamiento.

Este método es relativamente sencillo y algo similar había sido aplicado al estudio de movilidad de cilios (Rossman *et al.*, 1980). La aplicación al estudio de la movilidad bacteriana brinda una opción relativamente barata, tomando en consideración el auge que ha tenido el desarrollo de centros o núcleos de ayudas audiovisuales, que cuentan con equipos de televisión y que están al servicio de instituciones de enseñanza; por lo tanto, el método es barato, puesto que se propone acoplar y utilizar equipos e implementos que existen de antemano en esas instituciones. Además, permite determinar el tipo de movimiento y velocidad de células individuales y no a partir del desplazamiento de toda una población. Esta aplicación conjunta de la microscopía y la televisión en circuito cerrado puede ser utilizada en la enseñanza, ya que brinda una mejor comprensión de algunos fenómenos microscópicos y el hecho de poder reducir la velocidad, permite observar con detalle movimientos que usualmente pasarían desapercibidos, como es en el caso expuesto, la rotación de la bacteria simultáneamente a su desplazamiento, como habían señalado Krieg *et al.* (1967) y Berg (1975).

En el caso de *Campylobacter*, se ha propuesto que la investigación de bacterias que presenten un movimiento similar al de ésta, puede ser un método de diagnóstico presuntivo (Paisley, *et al.*, 1982); pues bien, tal proposición requiere que los investigadores conozcan de antemano ese movimiento característico. Por lo tanto, la grabación del movimiento bacteriano en cintas video magnéticas brinda una buena opción para difundir este tipo de información.

Agradecemos el préstamo o utilización de equipos a: Instituto Nacional de Aprendizaje (INA), Consejo Nacional de Investigación Científica y Tecnológica (CONICIT), Unidad de Ayudas Audiovisuales del Hospital San Juan de Dios y Canal 15 de la Universidad de Costa Rica; además el apoyo brindado por la Vicerrectoría de Investigación de la Universidad de Costa Rica.

## REFERENCIAS

- Adler, J., & M. M. Dahl. A method for measuring the motility of bacteria and for comparing random and non random motility. *J. Gen. Microbiol.*, 46: 161-173.
- Berg., H. C. 1975. How bacteria swim. *Sci. Amer.*, 233: 36-44.
- Clowes, R. C., G. Furness, & D. Rowley, 1955. The measurement of speed of motility in *Escherichia coli*. *J. Gen. Microbiol.*, 13: i (suppl).
- Fleming, A., A. Vourek, & I. R. H. Kamer, 1950. The morphology and motility of *Proteus vulgaris* and other organisms cultured in the presence of penicillin. *J. Gen. Microbiol.* 4: 257-269.
- Hernández, F., L. Cipagauta, M. L., Herrera, P. Rivera, R. M. & Rodríguez, 1985. Estudio ultraestructural de *Campylobacter fetus* ssp. *jejuni*. *Rev. Latino-amer. Microbiol.*, 27: 11-20.
- Krieg, N. R., J. P. Tomelty, & J. S. Wells, Jr. 1967. Inhibition of flagellar coordination in *Spirillum volutans*. *J. Bacteriol.*, 94: 1431-1436.
- Paisley, J. W., S. Mirretts, B. A. Laver, M. Roe, & L. B. Reller. 1982. Darkfield microscopy of human feces for presumptive diagnosis of *Campylobacter fetus* subsp. *jejuni* enteritis. *J. Clin. Microbiol.*, 15: 61-63.
- Rossmann, C., J. Forrest, & M. Newhouse, 1980. Motile cilia in "immotile cilia" syndrome. *Lancet*, 1: 1360.
- Shoosmith, J. G. 1960. The measurement of bacterial motility. *J. Microbiol.* 22: 528-530.