

UNA COMUNIDAD BIEN AVENIDA: ¡AQUÍ SÍ HAY QUIEN VIVA!

Juan Carlos Codina Escobar

Los que vivimos en comunidad sabemos lo difícil que resulta la convivencia. Cuando no te molestan los ruidos del inquilino del segundo izquierda, lo hacen las obras o la música del vecino del quinto. Encontrar una comunidad bien avenida resulta, a veces, casi una utopía. Sin embargo, podríamos tomar ejemplo de los microorganismos que forman una comunidad especial, aquellos que habitan un “edificio” tan complejo como el cuerpo humano. Los hay privilegiados, que disponen de buenas vistas exteriores, mientras que otros no reciben ni un solo rayo de luz solar. Pero la armonía más apacible reina entre ellos, al menos en un individuo sano.

Desde la piel o las membranas mucosas hasta los canales digestivo, respiratorio o urogenital se encuentran poblados por multitud de microorganismos. Muchos son comensales, que se benefician de nosotros, pero sin contrapartida a cambio, si bien tampoco nos perjudican. Otros son mutualistas e interactúan de forma beneficiosa con el hospedador. De cualquier forma, todos ellos contribuyen a la protección del cuerpo humano frente a los temibles y peligrosos “okupas”, los microorganismos patógenos. A su vez, las poblaciones de las comunidades microbianas se relacionan de varios modos y tales interacciones pueden ser asimismo perjudiciales o beneficiosas. En muchos casos, las poblaciones interactúan y cooperan en sus funciones nutricionales con los productos de desecho derivados de las actividades metabólicas de algunas células sirviendo como nutrientes para otras. En microbiología son numerosos los ejemplos de sintrofia, una situación en la que dos organismos diferentes pueden degradar juntos algunas sustancias que por separado no realizarían nunca. En vez de competir por el mismo nutriente, algunos microorganismos colaboran para llevar a cabo una transformación determinada que ninguno de esos organismos podría realizar por sí mismo. En la mayoría de los casos, en la reacción sintrófica interviene el hidrógeno gaseoso, que es producido por un miembro de la relación sintrófica y consumido por el otro [Madigan et al, Biología de los microorganismos. 10ª ed. Pearson Prentice Hall].

Bien es cierto que el cuerpo humano, como buen casero, ofrece a sus residentes una serie de ventajas como son nutrientes orgánicos como fuente de alimento y unos valores de pH, temperatura y presión osmótica relativamente

constantes. También lo es que no todas sus “dependencias” presentan las mismas características. Así, la mayor parte de la piel es excesivamente seca, un factor que no favorece el crecimiento microbiano. Los microorganismos que habitan la superficie corporal sobreviven tan sólo en las áreas húmedas de la piel, donde se adhieren y colonizan las superficies de las células muertas que constituyen la capa más externa de la epidermis. La mayoría de las bacterias de la piel, pertenecientes a los géneros *Staphylococcus*, *Streptococcus* y *Corynebacterium*, están asociadas con las glándulas sudoríparas o los folículos pilosos. Cada uno de estos últimos está a su vez relacionado con una glándula sebácea que segrega un fluido lubricante rico en nutrientes microbianos como aminoácidos, sales, ácido láctico, urea y lípidos. En ocasiones, la ausencia de limpieza, ocasiona un olor desagradable debido a la acción de las bacterias sobre las secreciones de las glándulas sudoríparas.

Los residentes del sistema respiratorio suelen acceder a él unidos a diminutas partículas de polvo. La nasofaringe de un bebé recién nacido es estéril, pero muy pronto es colonizada por varias especies microbianas que acceden desde las mucosas respiratorias de todos aquellos que entran en contacto con él. Algunas bacterias residentes del sistema respiratorio son patógenos oportunistas como *Staphylococcus aureus* (neumonía, endocarditis, pielonefritis, meningitis), *Streptococcus pyogenes* (fiebre reumática, faringitis) y *Corynebacterium diphtheriae* (difteria). No obstante, sólo resultan peligrosos para aquellas personas con un sistema inmunitario deprimido.

Tan estéril como la nasofaringe se presenta la boca en el momento de nacer la persona; pero en el transcurso de escasas horas ya se encuentra colonizada por una población bacteriana que incluye especies de *Actinomyces*, *Bacillus*, *Fusobacterium*, *Lactobacillus*, *Staphylococcus* y *Streptococcus*. Al principio sólo hay organismos aerobios o anaerobios facultativos. Cuando aparecen los dientes, lo hacen también los anaerobios estrictos, ya que se produce un ambiente anaeróbico en el tejido que circunda las piezas dentarias. Los microorganismos que se encuentran en el esófago normalmente se encuentran de paso, introducidos con los alimentos y la saliva. La elevada acidez del estómago (pH cercano a 2) no lo hace especialmente atractivo como residencia para las bacterias. Sí, en cambio, lo es el intestino delgado, cuyo pH mayor posibilita

la colonización microbiana. Sin embargo, es el colon en el intestino grueso la parte del cuerpo donde se encuentra un mayor número de microorganismos, variando de 10^9 a 10^{12} ufc/g de contenido intestinal. Bajo condiciones normales, la población microbiana de los intestinos es relativamente estable, comprendiendo principalmente especies de *Bacteroides*, *Bifidobacterium*, *Enterobacter*, *Escherichia* y *Clostridium*. Los anaerobios facultativos como *Escherichia coli* se encuentran en cantidades mucho más pequeñas que otras bacterias; los recuentos totales de anaerobios facultativos son, por lo general, inferiores a 10^7 ufc/g de contenido intestinal. Las actividades de los anaerobios facultativos consumen todo el oxígeno presente, convirtiendo el ambiente del intestino grueso en estrictamente anaerobio y favorable para el crecimiento de anaerobios obligados. Entre los subproductos de la fermentación bacteriana se encuentran el dióxido de carbono, metano e hidrógeno; pero también los responsables de los olores asociados con la expulsión de gases y heces, tales como el ácido butírico, sulfhídrico, indol y escatol. Resulta paradójico que este último compuesto se utilice en perfumería como agente fijador. Una de las ventajas que nos proporcionan estos pequeños “inquilinos”, aparte de las ya conocidas, es el reciclaje de las sales biliares. Éstas resultan transformadas en el colon por la acción de bacterias intestinales, para ser posteriormente reabsorbidas en la mucosa intestinal y reconducidas al hígado. La biota intestinal ejerce una marcada influencia sobre las funciones del hospedador, llevando a cabo una amplia variedad de reacciones metabólicas. Entre ellas se encuentra la producción de la vitamina B₁₂ y de la vitamina K. Más curioso resulta el beneficio aportado por *Klebsiella pneumoniae* a sus hospedadores, los habitantes de Nueva Guinea cuya dieta se fundamenta básicamente en boniatos. Estos individuos son capaces de subsistir a partir de una dieta prácticamente desprovista de

nitrógeno proteico debido a la capacidad fijadora del nitrógeno que presenta esta bacteria.

Con respecto al sistema urogenital, los riñones, uréteres y vejiga están normalmente desprovistos de microorganismos. La uretra femenina es normalmente estéril, mientras que en el tercio final de la masculina se observa una población microbiana residente. En los genitales externos podemos encontrar representantes de *Corynebacterium*, *Lactobacillus*, *Staphylococcus* y *Streptococcus*. En la vagina encontramos una población microbiana que va decreciendo en abundancia conforme nos acercamos al cuello del útero, donde desaparece. Las secreciones mucosas del cuello del útero, al igual que las lágrimas o la saliva, poseen lisozima que hidroliza las paredes bacterianas de muchas bacterias. La vagina humana es un buen ejemplo de sucesión ecológica o, hablando en términos inmobiliarios, de propiedad compartida. Después del nacimiento resulta colonizada con especies de *Lactobacillus* y el pH es ácido. Unas semanas más tarde el pH cambia a neutro y los lactobacilos son reemplazados por un grupo mixto que incluye *Staphylococcus*, *Streptococcus*, *Corynebacterium* y *E. coli*. En el periodo comprendido entre la pubertad y la menopausia el pH de la vagina vuelve a ser ácido, con la consiguiente prevalencia de las especies de *Lactobacillus*. Situación que se mantiene debido a que el glucógeno, producido por el epitelio vaginal en respuesta al ciclo ovárico, es descompuesto por los lactobacilos con la subsiguiente liberación de subproductos ácidos que mantienen un pH entre 4.4 y 4.6. Después de la menopausia, cesa la producción de glucógeno y se restablece la población microbiana existente antes de la pubertad [Hauser, *Carolina Tips*, 49: 21(1986)]

Sin reuniones de comunidad, sin discusiones ni diferencias, la comunidad microbiana que habita el cuerpo humano da buen ejemplo de convivencia. ¡Aquí sí hay quien viva!

EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE LA BIOLOGÍA (VI): LOS PRIMEROS PASOS DE LA BIOLOGÍA MOLECULAR (LOS AÑOS '40)

Manuel Gonzalo Claros

En 1938 sir William Thomas Astbury (1898-1961) y Florence Bell, de la Universidad de Leeds, proponen que el DNA debe de ser una de fibra periódica, al encontrar un espaciado regular de 0,33 nm a lo largo del DNA mediante estudios de difracción por rayos X. En aquel momento Astbury veía que las bases estaban apiladas a 0,33 nm unas de otras, y perpendiculares al eje de la molécula; de

hecho, era la distancia que separaba los tetranucleótidos planos que había propuesto Levene (ver capítulo anterior: *Encuentros en la Biología*, 86). Astbury siguió trabajando desde el punto de vista estructural sobre proteínas fibrosas, como las **queratinas**, en la lana. Su preocupación por la estructura de las moléculas hizo que consiguiera en 1945 la primera cátedra de **Estructura**