

El plasma seminal de hombres vasectomizados como medio de diseminación de bacterias

Seminal Plasma from Vasectomized Men as a Means of Disseminating Bacteria

Valentina Velásquez Rivera, Jenniffer Puerta Suárez, Walter Dario Cardona Maya

Grupo Reproducción Departamento de Microbiología y Parasitología. Facultad de Medicina, Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia.

RESUMEN

Introducción: La vasectomía es un método de anticoncepción masculina definitiva que impide el paso de los espermatozoides a través de los conductos deferentes. Sin embargo, el plasma seminal aún posee la capacidad de transportar diferentes microorganismos a sus parejas.

Objetivo: Determinar la presencia de ADN de *C. trachomatis*, *N. gonorrhoeae*, *U. urealyticum*, *M. genitalium*, *M. hominis* y el asilamiento por cultivo cuantitativo de bacterias aerobias en las muestras de semen de hombres vasectomizados.

Métodos: Se tomaron muestras de semen de 10 voluntarios con vasectomía y 7 sin vasectomía asintomáticos para infecciones urogenitales que fueron colectadas y evaluadas según los lineamientos de la Organización Mundial de la Salud. A cada muestra de semen se le realizó cultivo cuantitativo en agar sangre, chocolate y MacConkey. Se realizó extracción de ADN mediante la técnica de fenol-cloroformo y detección del ADN de los microorganismos mediante la reacción en cadena de la polimerasa.

Resultados: Se obtuvo crecimiento de algún microorganismo en las 10 muestras evaluadas, entre los cuales se encuentran *Staphylococcus coagulasa negativa*, *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus viridans* y *Pseudomona putida*. Sólo se detectó ADN de *U. urealyticum* en 70 % de las muestras seminales provenientes de vasectomizados y en 57 % en los voluntarios.

Conclusión: Los hombres con vasectomía pueden ser reservorios de microorganismos (inclusive microbiota) y de transportarlos hacia el tracto reproductivo femenino podría causar alteraciones importantes como infertilidad.

Palabras clave: semen; espermatozoide; *Chlamydia trachomatis*; *Neisseria gonorrhoeae*; *Ureaplasma urealyticum*; *Mycoplasma* spp.

ABSTRACT

Introduction: Vasectomy is a definitive method of male contraception, which prevents the passage of sperm through the vas deferens. However, seminal plasma has the ability to transport different microorganisms.

Objective: To determine the presence of DNA of *C. trachomatis*, *N. gonorrhoeae*, *U. urealyticum*, *M. genitalium*, *M. hominis* and the isolation by culture of aerobic bacteria in vasectomized semen samples.

Materials and methods: Semen samples from 10 vasectomized volunteers and 7 non-vasectomized volunteers, and apparently healthy, were collected and evaluated according to the World Health Organization guidelines. Quantitative culture on blood agar, chocolate and MacConkey, DNA extraction using the phenol-chloroform technique and DNA detection from the microorganisms using the polymerase chain reaction technique was performed in each semen sample.

Results: Some microorganism growth was obtained in the 10 vasectomized volunteers samples assessed. Some of them were *Staphylococcus* coagulase negative, *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus viridans*, and *Pseudomona putida*. Only *U. urealyticum* DNA was detected in 70% of the seminal samples from vasectomized volunteers and in 57% in the volunteers.

Conclusion: Vasectomized men can be reservoirs of microorganisms (including microbiota) and transport those microorganisms to the female reproductive tract, which could cause important alterations such as infertility

Keywords: Semen; spermatozoa; *Chlamydia trachomatis*; *Neisseria gonorrhoeae*; *Ureaplasma urealyticum*; *Mycoplasma* spp.

INTRODUCCIÓN

La vasectomía es un procedimiento quirúrgico de anticoncepción masculina definitiva con un 99 % de efectividad que impide el paso de los espermatozoides a través de los conductos deferentes. Existen dos técnicas principales para realizar la cirugía y acceder a los conductos deferentes para su oclusión: la vasectomía tradicional en la cual se realizan dos incisiones en la bolsa escrotal, y la vasectomía sin bisturí. En esta última se realiza una sola punción en la parte apical de los testículos con el fin de localizar, ligar y cortar los conductos deferentes. Esta última es la técnica más popular por su rapidez, bajo costo y reducción de las complicaciones como hemorragias y hematomas.¹ Dentro de estas dos técnicas se cuenta con diferentes métodos para lograr la oclusión de los conductos deferentes como ligadura y escisión, interposición fascial, cauterización térmica y electrocauterización.²

Durante las relaciones sexuales, los espermatozoides son transportados desde el tracto reproductivo (TR) masculino al TR femenino; sin embargo, durante este proceso también se transportan microorganismos, ya sea por adhesión del

microorganismo al espermatozoide o por su capacidad de infectar el plasma seminal y los leucocitos.³

Se ha reportado que la microbiota del TR masculino puede ser alterada por factores como la humedad, la actividad endocrina, la anaerobiosis y la disponibilidad de nutrientes.⁴ La colonización microbiana comienza al nacer, con comunidades cada vez más ricas de microorganismos que se ensambla en todo el cuerpo durante la infancia.⁵⁻¹²

En los adultos, la microbiota puede ser alterada por la dieta,¹³⁻¹⁷ los ciclos hormonales,¹⁸ la actividad sexual¹⁸⁻²¹ y el ambiente, entre otros factores.²² En estudios sobre la microbiota del TR masculino se han reportado aislados de estafilococos coagulasa negativos, enterococos y corynebacterias en hombres fértiles aparentemente sanos;²³⁻²⁷ sin embargo, la alteración en la homeostasis de esta colonización puede desencadenar procesos infecciosos generalmente asintomáticos, lo que le da el carácter de infección crónica.²⁸

Las infecciones del TR masculino se pueden clasificar en tres tipos:

- infecciones de transmisión sexual,
- infecciones del tracto urinario, debido a que el tracto genital y urinario comparten varias porciones anatómicas,
- infecciones asociadas a desequilibrios de microbiota bacteriana.²⁹

Actualmente se conoce poco acerca de las comunidades bacterianas encontradas en el TR masculino o la importancia de la bacteriospermia en los hombres asintomáticos. Esto se debe a que los estudios previos de microbiota seminal se han centrado en gran medida en la detección e identificación de microorganismos de fácil cultivo, no así en aquellas especies bacterianas que requieren medios especiales para su aislamiento. Por este motivo, puede existir un censo incompleto de los microorganismos presentes en el semen.²³ Entre los géneros bacterianos reportados en el fluido seminal se encuentran: *Peptoniphilis spp*, *Anaerococcus spp*, *Fingoldia spp*, *Peptostreptococcus spp*, *Staphylococcus spp*, *Streptococcus spp*, *Corynebacterium spp*, *Enterococcus spp*, *Lactobacillus spp*, *Gardnerella sp*, *Prevotella spp* y *Escherichia coli*.²³⁻²⁷

Adicionalmente, *Chlamydia trachomatis*, *Neisseria gonorrhoeae*, *Ureaplasma urealyticum*, *Mycoplasma hominis* y *Mycoplasma genitalium* son bacterias comúnmente involucradas en infecciones del TR masculino. Estos microorganismos son de difícil cultivo, por lo que es necesario emplear métodos moleculares como la reacción en cadena de la polimerasa (PCR) para su diagnóstico. *C. trachomatis* es intracelular obligada. Su único reservorio es el ser humano y es catalogada como el principal agente causal de uretritis, orquitis, epididimitis, cervicitis mucopurulenta, enfermedad pélvica inflamatoria e infertilidad tubal.^{28,29} *N. gonorrhoeae* es la principal causa de uretritis en hombres, además de estar implicado en prostatitis y en epididimitis.³⁰ Tanto *N. gonorrhoeae* como *C. trachomatis*, se consideran infecciones de transmisión sexual, un grupo de infecciones transmitidas de individuo a individuo por medio de las relaciones sexuales que pueden ser ocasionadas por múltiples microorganismos,³¹ entre los que se incluyen: virus,^{32,33} hongos o parásitos³⁴ con amplias consecuencias sobre la salud como la enfermedad pélvica inflamatoria, muerte fetal, disfunción sexual e incluso la infertilidad.^{31,32}

Se ha observado que la presencia de *U. urealyticum* en el eyaculado afecta la concentración y la morfología espermática;³⁵ *M. genitalium* produce uretritis y prostatitis en los hombres y en la mujer produce dolor pélvico y sangrado después de las relaciones sexuales. Finalmente, *M. hominis* se ve implicado en el desarrollo de vaginosis bacteriana, septicemia posparto y uretritis³⁷ en hombres produce uretritis no gonocócica y prostatitis, es capaz de adherirse al espermatozoide y generar en la mujer endometriosis y trastornos en el embarazo como la muerte embrionaria.³⁷

Las infecciones de transmisión sexual y otros tipos de infecciones urogenitales aún presentan una alta prevalencia en la población mundial a pesar de ser fácilmente tratables y prevenibles.³⁸ La vasectomía al ser un método anticonceptivo utilizado principalmente por hombres casados,³⁰ deja de lado en gran parte los métodos de protección para enfermedades de transmisión sexual, como los preservativos, lo que favorece la transmisión de microorganismos.

El objetivo de este trabajo es determinar la presencia de ADN de *C. trachomatis*, *N. gonorrhoeae*, *U. urealyticum*, *M. genitalium* y *M. hominis* mediante PCR y el asilamiento por cultivo de bacterias aerobias en muestras seminales de hombres vasectomizados.

MÉTODOS

Se incluyeron 17 muestras seminales de voluntarios asintomáticos para infecciones urogenitales de la ciudad de Medellín, Antioquia, Colombia: 10 vasectomizados con una edad mediana de 39 años (29 a 55 años) y 7 sin vasectomía con una mediana de 25 años (23 a 45 años) como control. Las muestras de semen fueron obtenidas mediante masturbación en un recipiente estéril después de una abstinencia sexual de 2 a 5 días. Se evaluaron los parámetros seminales convencionales de acuerdo a los lineamientos establecidos en el manual para el análisis de semen humano de la Organización Mundial de la Salud (OMS).⁴⁰ El manual de la OMS para el análisis de semen humano, sugiere que las muestras seminales diagnosticadas con azoospermia (sin espermatozoides) deben someterse a centrifugación a 3000 g/15 min y el sedimento debe ser analizado.⁴⁰

Espermocultivo

El recuento e identificación de las bacterias aerobias se realizó mediante espermocultivo por siembra cuantitativa. Brevemente, 10 µL de semen de los voluntarios con vasectomía fueron sembrados en agar *MacConkey* (*Merck KGaA, Darmstadt, Alemania*), sangre y chocolate (Preparado a partir de Agar tripticosa soya, *Merck KGaA, Darmstadt, Alemania*), y agar e incubados a 37 °C entre 24 y 48 h. Se realizó la identificación mediante pruebas bioquímicas y se determinó la resistencia o sensibilidad a los antibióticos para cada uno de los microorganismos en el Laboratorio de Microbiología, Facultad de Medicina, Universidad de Antioquia.

Extracción de ADN

La extracción de ADN se realizó de semen total mediante el protocolo de fenol-cloroformo estandarizado previamente en el Grupo Reproducción.⁴¹ Brevemente, a 200 µL de semen total se le adicionaron 0,5 mL de la solución de lisis (Tris 1M, EDTA

0,5M, NaCl 5M, SDS 10 % y tritón 0,1 %) y 5 μ L de proteinasa K (20 mg/mL, *Thermo-Scientific, MA, EE. UU.*) y se incubó durante 12 h a 54 °C.

Posteriormente, se adicionó 1 mL de fenol-cloroformo-isomílico (*Amresco, Ohio, EE. UU.*) y se centrifugó a 5000 g/10 min, al sobrenadante recuperado se le adicionó 1 mL de etanol absoluto (*J.T Baker, EE. UU.*) (-20 °C) y 50 μ L de acetato de sodio 3M, se dejó precipitar el ADN a -20 °C durante 15 min. Finalmente, se lavó con 1mL de etanol (*J.T Baker, EE. UU.*) al 70 %, se diluyó el ADN en agua libre de DNasa/RNasa (*Gibco, Life Technologies, EE. UU.*) y se cuantificó mediante espectrofotometría (*Nanodrop ND 1000 Spectrophotometer, Thermo-Scientific, EE. UU.*).

Reacción en cadena de la polimerasa (PCR)

La PCR se realizó mediante el protocolo estandarizado en el Grupo Reproducción con algunas modificaciones.⁴¹ Cada reacción tenía un volumen final de 25 μ L que contenía 12,5 μ L de *Master Mix* (*Thermo-Scientific, EE. UU.*), solución que contenía 0,025 U/ μ L de Taq DNA polimerasa, 2 mM de MgCl₂ y 0,2 mM de cada dNTP (dATP, dCTP, dGTP y dTTP) diluidos en solución tampón de reacción. A cada reacción, se le adicionó 1 μ M de cada cebador ([tabla 1](#)), 2 μ L de ADN y 5,5 μ L de agua. La PCR se realizó en un termociclador (*T3000, Whatman, Biometria, Goettingen, Alemania*) bajo las condiciones descritas en la [tabla 1](#). Como control positivo, se empleó ADN extraído de las cepas de *C. trachomatis serovar E* (donada por el Dr. Rubén Motrich, Centro de Investigaciones en Bioquímica Clínica e inmunología-CIBICI, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina) y *Neisseria gonorrhoeae* ATCC 19424 (donada por la IPS universitaria). Como control positivo de *U. urealyticum*. Se empleó ADN de muestras de semen positivas para este microorganismo (donadas por el Dr. Pedro Martínez, Centro Latinoamericano de Diagnóstico Genético Molecular -CELAGEN-, Bogotá, Colombia). Para *M. genitalium* y *M. hominis* se utilizaron productos de PCR positivos, mientras que como control negativo se utilizó una mezcla de reacción sin ADN.

Finalmente, se realizó electroforesis en gel de agarosa al 2,5 % teñido con *Sybr Safe* (*Invitrogen Life Technologies, EE. UU.*) en solución tampón TAE (Tris, ácido acético y EDTA) durante 15 min a 100 V. Los productos de la reacción fueron comparados con el marcador de peso molecular de 100 pb (*Hyperladder II 100 lines, Bioline, Life Science Company, Londres, Reino Unido*) y fueron visualizados en el fotodocumentador (*Molecular Image Gel Doc TM XR Bio-Rad, CA, EE. UU.*).

Análisis estadístico

Se realizó estadística descriptiva con el fin de comparar los grupos de individuos, además se realizó una prueba de *Mann-Whitney* y una prueba exacta de *Fisher* para determinar la diferencia entre los grupos según el caso mediante el programa estadístico *Graph Pad Prism 6.0* ®.

RESULTADOS

De los 10 eyaculados provenientes de hombres vasectomizados analizados en el presente estudio, se observó un voluntario con espermatozoides en el semen, una mediana para la edad de 3 años (39 años vs. 25 años), mayor en el grupo de vasectomizados ($p=0,02$); la mediana de hijos fue de 2 en el grupo de vasectomizados y ninguno de los hombres en el grupo control tenía hijos.

Adicionalmente, se observó un crecimiento bacteriano en todas las muestras. La mediana para el tiempo desde la vasectomía hasta la fecha del presente análisis seminal fue de 3 años.

Al voluntario que se le observaron espermatozoides tenía 8 años de vasectomizado, con un reporte previo de ausencia de espermatozoides en otro laboratorio (28 de diciembre de 2011) aunque en el presente eyaculado presentaba 1,4 mL de volumen, 3×10^6 /mL de espermatozoides con una movilidad progresiva de 13 %, 50 % de viabilidad y 3 % de morfología normal. Adicionalmente, al cuantificar el estado de la estructura del ADN espermático se observó un índice de fragmentación del ADN (IFA) de 24,3 %.

En el cultivo de las 10 muestras seminales evaluadas se obtuvo crecimiento de algún microorganismo, la identificación se realizó a partir del agar sangre ([tabla 2](#)). Seis muestras presentaron crecimiento de *Staphylococcus coagulasa negativo* (concentración mediana de 1 200 unidades formadoras de colonia - ufc/mL); en las otras muestras creció *Pseudomona putida* (2 200 ufc/mL), *Staphylococcus aureus* (1200 ufc/mL) y *Streptococcus* del grupo *viridans* (2200 ufc/mL). En la [tabla 2](#) se detallan los resultados de los antibiogramas realizados para los aislamientos bacterianos.

Las 10 muestras evaluadas de voluntarios vasectomizados y las 7 usadas como control fueron negativas para la detección de ADN de *C. trachomatis*, *N. gonorrhoeae*, *M. hominis*, y *M. genitalium*; en 64 % del total de las muestras seminales se detectó ADN de *U. urealyticum*, siete de las diez muestras de vasectomizados (70 %) y 4 de las 7 muestras en el grupo control (57 %) mediante PCR ($p = 0,5$).

DISCUSIÓN

Aunque está establecido que la vasectomía es un método anticonceptivo con un 99 % de efectividad,¹ un 1 % de los individuos deben recurrir a una corrección mediante una nueva cirugía. En el presente trabajo se observó que 1 de los 10 voluntarios vasectomizados presentaba espermatozoides con valores por debajo del límite inferior de referencia propuesto en el manual de análisis seminal de la OMS.⁴⁰

Es importante recalcar que hombres con valores menores que el percentil 5 (límite inferior de referencia) también son considerados como fértiles y han logrado embarazar a su pareja en menos de un año de relaciones sexuales sin protección.⁴² La falla más común de la vasectomía es la recanalización,² que es el resultado de la proliferación de microtúbulos epiteliales a través de tejido granulomatoso entre los extremos cortados lo que produce una fístula que permite el paso de los espermatozoides;⁴³ puede ser temprana (8 a 12 semanas posvasectomía), transitoria (semana 2 a 6) o tardía (se presenta luego de ser declarado estéril);² este individuo presentaría una recanalización tardía debido a que tenía un control de vasectomía en diciembre de 2011, 2 años después de realizado el procedimiento quirúrgico en el cual es diagnosticado como azoospermico. La probabilidad de una recanalización varía según el método de oclusión, el mayor riesgo se ha reportado con ligadura y escisión;^{43,44} sin embargo, el riesgo más bajo se ha reportado con la cauterización.⁴³ La de mayor eficacia fue la cauterización térmica (probabilidad de fracaso de 0,8 %)⁴⁵ sobre la electrocauterización.⁴⁴ En este caso no conocemos el método que se ha utilizado.

Sin embargo, a pesar de la falla en el procedimiento quirúrgico y de no utilizar ningún método de anticoncepción adicional, el voluntario vasectomizado no ha embarazado a su pareja, incluso presentando un IFA considerado como normal. Este aspecto es importante, porque una alta fragmentación del ADN espermático puede afectar división celular de los embriones, los resultados se dividen en: < 15 %, excelente potencial de fertilidad; entre 15 y 24 %, alto potencial de fertilidad; 25-30 %, bajo potencial de fertilidad; y > 30 %, regular o mal potencial de fertilidad.⁴⁶ El límite inferior de referencia para la movilidad progresiva es de 32 %, para la movilidad total (movilidad progresiva + movilidad no progresiva) es de 40 %; para la viabilidad es del 58 % y para la morfología es del 4 %.⁴⁰

La microbiota uretral y del TR está determinada por factores como la madurez y la actividad sexual, el número de compañeros(as) y el tipo de relación sexual (anal, oral o genital),⁴⁷ en una de las 10 muestras seminales de voluntarios vasectomizados se observó el crecimiento de *Streptococcus* del grupo *viridans*, Cocos Gram positivos que hacen parte de la microbiota de la orofaringe y del tracto genital femenino.

Las infecciones clínicas por *Streptococcus* del grupo *viridans* ocurren, generalmente, tras una lesión en las zonas de su hábitat normal, como podría ser cirugía e instrumentalización del aparato genitourinario, no suele realizarle antibiograma. Sin embargo, se ha reportado la existencia de aislados con resistencia a la penicilina.⁴⁸ Su crecimiento puede deberse a la colonización del tracto genitourinario por medio de relaciones de tipo genital u oral o por contaminación de la muestra desde las vías aéreas a la hora de ser tomada.

La mayoría de las muestras (66 %) presentaron un crecimiento de *Staphylococcus coagulasa negativa*, uno de los microorganismos más frecuentemente aislados. No obstante, es difícil de establecer su significado clínico en muchas situaciones pues pueden ser comensales inofensivos o patógenos invasores.⁴⁹ Algunos autores proponen las especies pertenecientes al grupo de *Staphylococcus coagulasa negativos* (*S. capitis*, *S. saprophyticus* y *S. epidermidis*) como las principales responsables de las infecciones del TR masculino después de *E. coli*.^{50,51}

S. epidermidis es la especie predominante aislada de pacientes con complicaciones de las vías urinarias, el *S. saprophyticus* es un conocido uropatógeno, aislado comúnmente en mujeres sexualmente activas, lo que podría significar fácil transmisión al TR masculino.⁴⁹ Dos de estos aislados presentaron resistencia a los antibióticos eritromicina y cefoxitin, y solo una a ciprofloxacina. Esto pudiera complicar significativamente el tratamiento de una infección sintomática si se llegara a desarrollar, pues estos microorganismos podrían transferir los genes de resistencia; no solo a aquellos de su misma especie, sino también a otras especies por medio de plásmidos, secuencias de inserción, integrones, transposones y bacteriófagos, a través de recombinación.⁵²

Staphylococcus aureus es un microorganismo oportunista que coloniza la piel, las fosas nasales, las axilas, la faringe y el tracto urogenital en aproximadamente 20 % de personas sanas.⁵³ Es un patógeno oportunista y puede desencadenar ruptura del tejido por trauma o cirugía, no se descarta la posibilidad de que exista contaminación de la muestra con microbiota de la piel, debido a que hasta 71 % de las bacterias que colonizan el surco coronal están presentes en la uretra distal.²³ No obstante, se encuentra entre los microorganismos más peligrosos para el ser humano, tanto por su virulencia y producción de toxinas, como por su capacidad para desarrollar resistencia a los antibióticos.⁵⁴ En este caso se encuentra el microorganismo aislado. Su resistencia se obtiene por los mecanismos antes mencionados⁵² e indica que es un microorganismo adquirido y debería ser tratado pues aunque no siempre la bacteriosperma culmina en infección, la sola existencia de especies bacterianas o de

los factores solubles producto de su metabolismo, pueden desencadenar una serie de efectos negativos en la salud sexual y reproductiva.⁵³

Por otro lado, *Pseudomona putida*, es un bacilo Gram negativo, que también puede comportarse como un patógeno oportunista. Está reportada como un microorganismo patógeno e infeccioso. Aunque suele ser un contaminante de muestras clínicas, se ha visto involucrada en infecciones del tracto urinario.^{55,56} Pero, en el caso de todos estos cultivos, se puede descartar que se esté presentando una infección, debido a que para ser catalogada como tal se necesita una concentración mayor a 10 000 ufc/mL,⁵⁷ criterio con el cual no cumple ninguna de las cepas aisladas.

U. urealyticum, *M. genitalium* y *M. hominis* son bacterias anaerobias facultativas, que se asocian con la colonización e infección genital en los seres humanos adultos, aunque también pueden aislarse con una alta prevalencia, siendo mayor la prevalencia *U. urealyticum* que la de *M. hominis* y *M. genitalium* en individuos asintomáticos, lo que sugiere que pueden comportarse como patógenos oportunistas.³⁶ En este estudio, se logró detectar ADN de *U. urealyticum* en 64 % del total de las muestras, es el único microorganismo detectado, el cual cuenta con un porcentaje mayor en el grupo de hombres vasectomizados (70 %) con respecto al grupo control (57 %). Esta diferencia puede deberse a que este grupo tenga más relaciones sin protección para enfermedades de transmisión sexual y que no tengan interés en el tema de infertilidad, problema por el cual muchos hombres sin vasectomía consultan, son diagnosticados y tratados. En un estudio anterior del grupo Reproducción, se reportó una prevalencia de 7,1 % de *U. Urealyticum*.⁴¹

Aunque en este estudio no se logró detectar ADN de *C. trachomatis*, *N. gonorrhoeae*, *M. hominis* y *M. genitalium*, otros autores han detectado una prevalencia de 11,3 %, 13,3 %, ⁵⁷ 10,8 % y 5 %, ³⁵ respectivamente de las muestras de semen de hombres asintomáticos.

CONCLUSIÓN

La vasectomía es un método anticonceptivo masculino que, aunque cuenta con una alta efectividad, no está exento de fallas. Estas se asocian, generalmente, a la disminución del uso de métodos anticonceptivos de barrera como el preservativo. El uso de métodos anticonceptivos en los vasectomizados tiene como segunda finalidad impedir la capacidad del plasma seminal de transportar microorganismos, tanto patógenos como microbiota, al tracto reproductivo femenino. Muchos de los microorganismos presentes en el semen son exigentes y de difícil cultivo, por lo que comúnmente no se detectan en exámenes de rutina, por esto es necesario recurrir a técnicas moleculares como la reacción en cadena de la polimerasa.

Conflicto de intereses

Los autores no declaran tener conflicto de intereses.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Sokal DC. Recent research on vasectomy techniques. Asian J Androl. 2003 [citado 22 febrero 2018];5(3):227-30. Disponible en: <http://www.asiaandro.com/Abstract.asp?id=944>
2. Sokal D, Labrecque M. Effectiveness of Vasectomy Techniques. Urol Clin N Am. 2009 [citado 22 febrero 2018];36(3):317-29. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0094014309000494?via%3Dihub>
3. Viscarra T, Brebi P, Andana A, Sanchez G. Infecciones de transmisión sexual en semen: el hombre como vector de transmisión. Int J Morphol. 2013 [citado 22 febrero 2018];31(1):254-63. Disponible en: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-95022013000100041
4. Suarez JE. Microbiota autóctona, probióticos y prebióticos. Nutr Hops. 2013 [citado 22 febrero 2018];28(1):38-41. Disponible en: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112013000700009
5. Muinck EJ, Lagesen K, Afset JE, Didelat X, Ronningen KS. Comparisons of infant *Escherichia coli* isolates link genomic profiles with adaptation to the ecological niche. BMC Genomics. 2013 [citado 22 febrero 2018];14:81. Disponible en: <https://bmcbgenomics.biomedcentral.com/articles/10.1186/1471-2164-14-81>
6. Koenig JE, Spor A, Scalfone N, Fricker AD, Stombaugh J, Knight R, et al. Succession of microbial consortia in the developing infant gut microbiome. Proc Natl Acad Sci USA. 2011 [citado 22 febrero 2018];108(1):4578-85. Disponible en: http://www.pnas.org/content/108/Supplement_1/4578.long
7. Palmer C, Bik EM, DiGiulio DB, Relman DA, Brown PO. Development of the human infant intestinal microbiota. PLoS Biol. 2007 [citado 22 febrero 2018];5(7):e177. Disponible en: <http://journals.plos.org/plosbiology/article?id=10.1371/journal.pbio.0050177>
8. Schloss PD, Schubert AM, Zackular JP, Iverson KD, Young VB. Stabilization of the murine gut microbiome following weaning. Gut Microbes. 2012 [citado 22 febrero 2018];3(4):383-93. Disponible en: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.4161/gmic.21008>
9. Sharon I, Marowitz MJ, Thomas BC, Costello EK, Relman DA, Bonfili JF. Time series community genomics analysis reveals rapid shifts in bacterial species, strains and phage during infant gut colonization. Genoma Res. 2013 [citado 22 febrero 2018];23(1):111-20. Disponible en: <https://genome.cshlp.org/content/23/1/111.long>
10. Stewart CJ, Moris EC, Nelson A, Lanyon C, Perry JD. Development of the preterm gut microbiome in twins at risk of necrotising enterocolitis and sepsis. PLoS ONE. 2013 [citado 22 febrero 2018];8(8):e73465. Disponible en: <http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0073465>
11. Trosvik P, Stenseth NC, Rudi K. Convergent temporal dynamics of the human infant gut microbiota. ISME J. 2010 [citado 22 febrero 2018];4(2):151-8. Disponible en: <https://www.nature.com/articles/ismej200996>

12. White RA, Bjoirholt JV, Baird DD, Miatvedt T, Harris JR. Novel developmental analyses identify longitudinal patterns of early gut microbiota that affect infant growth. *PLoS Comput Biol*. 2013 [citado 22 febrero 2018];9(5):e1003042. Disponible en: <http://journals.plos.org/ploscompbiol/article?id=10.1371/journal.pcbi.1003042>
13. David LA, Maurice CF, Carmody RN, Gootenberg DB, Button JE. Diet rapidly and reproducibly alters the human gut microbiome. *Nature*. 2014 [citado 22 febrero 2018];505(7484):559-63. Disponible en: <https://www.nature.com/articles/nature12820>
14. McNulty NP, Wu M, Erickson AR, Pan C, Erickson BK. Effects of diet on resource utilization by a model human gut microbiota containing *Bacteroides cellulosilyticus* WH2, a symbiont with an extensive glyco-biome. *PLoS Biol*. 2013 [citado 22 febrero 2018];11(8):e1001637. Disponible en: <http://journals.plos.org/plosbiology/article?id=10.1371/journal.pbio.1001637>
15. Turbaugh PJ, Ridaura VK, Farth J, Rey FE, Knight R. The effect of diet on human gut microbiome: a metagenomic analysis in humanized gnotobiotic mice. *Sci Transl Med*. 2009 [citado 22 febrero 2018];1(6):6ra14. Disponible en: <http://stm.sciencemag.org/content/1/6/6ra14.long>
16. Wu GD, Chen J, Hagmann C, Bittinger K, Chen YY. Linking long-term dietary patterns with gut microbial enterotypes. *Science*. 2011 [citado 22 febrero 2018];334(6052):105-8. Disponible en: <http://science.sciencemag.org/content/334/6052/105.long>
17. Yotsunenko T, Rey FE, Manary MJ, Trehan I, Dominguez MG. Human gut microbiome viewed across age and geography. *Nature*. 2012 [citado 22 febrero 2018];486(7402):222-7. Disponible en: <https://www.nature.com/articles/nature11053>
18. Gajer P, Brotman RM, Bar G, Sakamoto J, Schutte UM. Temporal dynamics of the human vaginal microbiota. *Sci Transl Med*. 2012 [citado 22 febrero 2018];4(132):132-52. Disponible en: <http://stm.sciencemag.org/content/4/132/132ra52>
19. Muzny CA, Sunesara IR, Kumani R, Mena La, Grisworld ME. Characterization of the vaginal microbiota among sexual risk behavior groups of women with bacterial vaginosis. *PLoS ONE*. 2013 [citado 22 febrero 2018];8(11):e80254. Disponible en: <http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0080254>
20. Nelson DE, Dong Q, Von der Pol B, Toh E, Fan B. Bacterial communities of the coronal sulcus and distal urethra of adolescent male. *PLoS ONE*. 2012 [citado 22 febrero 2018];7(5):e36298. Disponible en: <http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0036298>
21. Ravel J, Gajer P, Abdo Z, Schneider GM, Koenig SS. Vaginal microbiome of reproductive age women. *Proc Natl Acad Sci USA*. 2011 [citado 22 febrero 2018];108(S1):4680-7. Disponible en: http://www.pnas.org/content/108/Supplement_1/4680.long
22. Gerber GK. The dynamic microbiome. *FEBS letters*. 2014;588(22):4131-9. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1016/j.febslet.2014.02.037>

23. Willeén M, Hoist E, Myhre EB, Disson AM. The bacterial flora of the genitourinary tract in healthy fértil men. Scand J Urol Nephrol. 1996 [citado 22 febrero 2018];30(5):387-93. Disponible en: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.3109/00365599609181315?journalCode=isju19>
24. Hiller SL, Rabe LK, Muller CH, Zarutskie P, Kuzan FB, Stenchever MA. Relationship of bacteriologic characteristics to semen índices in men attending on infertility clinic. Obstet Gynecol. 1990;75(5):800-4.
25. Montagnini D, Mamizuka EM, Pereira A, Srougi M. Microbiologic aerobic studies on normal male urethra. Urology. 2000 [citado 22 febrero 2018];56(2):207-10. Disponible en: <http://www.goldjournal.net/retrieve/pii/S0090429500006154>
26. Nelson DE, Van der Pol B, Dong Q, Revanna KV, Fan B, Easwaran S. Characteristics male urine microbiomes associated with asymptomatic sexually transmitted infection. PLoS ONE. 2010 [citado 22 febrero 2018];5(11):e14116. <http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0014116>
27. Hoy D, Zhou X, Zhong X, Settles ML, Herring J, Wang L, et al. Microbiota of the seminal fluid from healthy and infertile men. Fertil Steril. 2013 [citado 22 febrero 2018];100(5):1261-9. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0015028213027775>
28. Igietseme JU, Omasun Y, Partin J, Goldstein J, He Q, Joseph K. Prevention of chlamydia induced infertility by inhibition of local caspase activity. J infect Dis. 2013 [citado 22 febrero 2018];207(7):1095-104. Disponible en: <https://academic.oup.com/jid/article/207/7/1095/2192763>
29. Car T, Wageniehn FM, Mazzoli S, Meacci F, Mondaini N, Nesi G. Semen quality in patients with *Chlamydia trachomatis* genital infection treated concurrently with prulifloxacin and pytherapeutic agent. J Androl. 2012;33(4):615-23.
30. Deguchi T, Yoshida T, Miyazawa T, Yasuda M, Tamaki M, Ishiko H. Association of *Ureaplasma urealyticum* with nongonococcal urethritis. Sex Transm Dis. 2004 [citado 22 febrero 2018];31(3):192-5. Disponible en: <https://insights.ovid.com/pubmed?pmid=15076934>
31. Puerta Suarez J, Giraldo M, Cadavid AP, Cardona Maya WD. Infecciones bacterianas del tracto reproductivo masculino y su papel en la infertilidad. Rev Chil Obstet Ginecol. 2014 [citado 22 febrero. 2018];79(3):209-17. Disponible en: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75262014000300010
32. Cardona Maya W, Rugeles MT, Cadavid AP. Interacción entre espermatozoides humanos y el virus de la inmunodeficiencia humana. Actas Urol Esp. 2009 [citado 22 febrero 2018];33(3):223-6. Disponible en: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0210-48062009000300003
33. Puerta Suarez J, Villegas Castaño A, Serna Quintana GJ, Martinez A, Romero Palacio J, Giraldo M, et al. Espermocultivo: crecimiento bacteriano del eyaculado y su relación con los parámetros seminales. Rev Chil Obstet Ginecol. 2015 [citado 22 febrero 2018];80(1):33-40. Disponible en:

https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75262015000100005

34. Giménez F, Souza RP, Bento JC, Teixeira JJ, Maria Engler SS, Bonini MG. Male infertility: a public Health issue caused by sexually transmitted pathogens. *Nat Rev Urol*. 2014 [citado 22 febrero 2018];11(12):672-87. Disponible en: <https://www.nature.com/articles/nrurol.2014.285>

35. Gdoura R, Kchaou W, Chaari C, Znazen A, Keskes L, Rebai T. *Ureaplasma urealyticum*, *Ureaplasma parvum*, *Mycoplasma hominis* and *Mycoplasma genitalium* infections and semen quality of infertile men. *BMC Infect Dis*. 2007 [citado 22 febrero 2018];7:129. Disponible en: <https://bmcinfectdis.biomedcentral.com/articles/10.1186/1471-2334-7-129>

36. Díaz Garcia FJ, Herrera Mendoza AP, Giono Cerezo S, Guerra Infante FM. *Mycoplasma hominis* attaches to and locates intracellularly in human spermatozoa. *Hum Reprod*. 2006 [citado 22 febrero 2018];21(6):1591-8. Disponible en: <https://academic.oup.com/humrep/article/21/6/1591/724465>

37. López Hurtado M, Guerra Infante FM. Avances en la interacción entre micoplasmas y espermatozoides de humano. *Bioquímica*. 2008;33(3):115-21.

38. Gerbase AC, Rowley JT, Heymann DH, Berkley SF, Piot P. Global prevalence and incidence estimates of selected curables STDs. *Sex Transm Infect*. 1998 [citado 22 febrero 2018];74(suppl 1):s12-66. Disponible en: http://www.who.int/hiv/pub/sti/who_hiv_aids_2001.02.pdf

39. Lara Ricalde R, Velázquez Ramirez N, Reyes Muñoz E. Vasectomía sin bisturí: perfil del usuario y resultados. *Ginecol Obstet Mex*. 2010 [citado 22 febrero 2018];78(4):226-31. Disponible en: <http://www.medigraphic.com/pdfs/ginobsmex/gom-2010/gom104d.pdf>

40. World Health Organization. 2010 [citado 22 febrero 2018]. Laboratory manual for the examination and processing of human semen. Disponible en: http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/44261/9789241547789_eng.pdf;jsessionid=4AC9B3216805A0C2570C01B5D51E3B7C?sequence=1

41. Puerta Suárez J, Cardona Maya WD. Prevalencia de *Chlamydia trachomatis*, *Neisseria gonorrhoeae* y *Ureaplasma urealyticum* en muestras de semen: efectos sobre la calidad espermática. *Urol Colomb*. 2016 [citado 22 febrero 2018];25(3):219-24. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0120789X16000307>

42. Cooper TG, Noonan E, Von Eckardstein S, Auger J, Baker HW, Behre HM, et al. World Health Organization reference values for human semen characteristics. *Human Reproduction Update*. 2010 [citado 22 febrero 2018];16(3):231-45. Disponible en: <https://academic.oup.com/humupd/article/16/3/231/639175>

43. Labrecque M, Hays M, Chen M, Barone MA, Sokal D. Frequency and patterns of early recanalization after vasectomy. *BMC Urol*. 2006 [citado 22 febrero 2018];6:25. Disponible en: <https://bmcurol.biomedcentral.com/articles/10.1186/1471-2490-6-25>

44. Sokal D, Irsula B, Chen M, Labrecque M, Barone M. A comparison of vas occlusion techniques: cautery more effective than ligation and excision with fascial

interposition. BMC Urol. 2004 [citado 22 febrero 2018];4(1):12. Disponible en: <https://bmcurol.biomedcentral.com/articles/10.1186/1471-2490-4-12>

45. Barone M, Irsula B, Chen M, Sokal D. Effectiveness of vasectomy using cautery. BMC Urol. 2004 [citado 22 febrero 2018];4:10. Disponible en: <https://bmcurol.biomedcentral.com/articles/10.1186/1471-2490-4-10>

46. Evenson DP, Larson KL, Jost LK. Sperm chromatin structure assay: its clinical use for detecting sperm DNA fragmentation in male infertility and comparisons with other techniques. J Androl. 2002 [citado 22 febrero 2018];23(1):25-43. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/j.1939-4640.2002.tb02599.x>

47. Wilson M. The indigenous microbiota of the reproductive system of females: En: Bacteriology of humans: An ecological perspective. Oxford: Blackwell Publishing, 2008;170-206.

48. Casellas JM. Resistencia a los antibacterianos en América Latina: consecuencias para la infectología. Rev Panam Salud Publica. 2011 [citado 22 febrero 2018];30(6):519-28. Disponible en: <https://scielosp.org/pdf/rpsp/v30n6/a04v30n6.pdf>

49. Fariña N, Carpinelli L, Samudio M, Guillén R, Laspina F, Sanabria R, et al. Staphylococcus coagulasa-negativa clínicamente significativos: Especies más frecuentes y factores de virulencia. Rev Chil Infectol. 2013 [citado 22 febrero 2018];30(5):480-8. Disponible en: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0716-10182013000500003

50. Nabi A, Khalili MA, Halvaei I, Ghasemzaden J, Zare E. Seminal bacterial contaminations: probable factor in unexplained recurrent pregnancy loss. Iran J Reprod Med. 2013 [citado 22 febrero 2018];11(11):925-32. Disponible en: <http://journals.ssu.ac.ir/ijrmnew/article-1-361-en.html>

51. Sanocka Maciejewka D, Ciupinska M, Kurpiz M. Bacterial infection and semen quality. J Reprod Immunol. 2005 [citado 22 febrero 2018];67(1-2):51-6. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0165037805000823?via%3Dihub>

52. Ausina Ruiz V, Moreno Guillén S. Tratado SEIMC de enfermedades infecciosas y microbiología clínica. 2005. Madrid: Medica Panamericana.

53. Galarzo Pardo S, Cano Chaves MA, Puerta Suárez J, Giraldo M, Mayorga JM, Cadavid AP, et al. Efecto de los factores solubles de *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus capitis* y *Staphylococcus epidermidis* sobre la funcionalidad espermatocitaria. Rev Chil Obstet Ginecol. 2015 [citado 22 febrero 2018];80(4):316-23. Disponible en: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75262015000400006

54. Jaime A, Bustos M, Hamdan A, Gutierrez M. *Staphylococcus aureus*: la reemergencia de un patógeno en la comunidad. Rev Biomed. 2006 [citado 22 febrero 2018];17:287-305. Disponible en: <http://www.revbiomed.uady.mx/pdf/rb061746.pdf>

55. Yang CH, Young T, Peng MY, Weng MC. Clinical spectrum of *Pseudomonas putida* infection. J Formos Med Assoc. 1996;95(10):754-61.

56. Taneja N, Meharwal SK, Sharma SK, Sharma M. Significant and characterization of Pseudomonas from urinary tract specimens. J Commun Dis. 2004;36(1):27-34.

57. Nuñez Calonge R, Cortez Gallego S, Gago García M, Pueyo Cañero A, Peramo Moya B, Caballero Pelegrin P. Análisis micro biológico del semen de los varones en estudio de infertilidad. Rev Intern Androl. 2007 [citado 22 febrero 2018];5(3):206-11. Disponible en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1698031X0774058X>

Recibido: 24 de octubre de 2017.

Aprobado: 17 de noviembre de 2017.

Walter Dario Cardona Maya. Grupo Reproducción, Departamento de Microbiología y Parasitología, Facultad de Medicina, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia. Correo electrónico: wdario.cardona@udea.edu.co