

Espermograma y su utilidad clínica

Clinical utility of spermogram

Fernando Vásquez R¹, Daniel Vásquez Echeverri²

Resumen

El espermograma es el examen de diagnóstico más importante y sencillo para iniciar el estudio de la fertilidad masculina. En él se evalúan los aspectos físicos del semen, como el volumen, pH, mucólisis, viscosidad, color y olor y los aspectos celulares que estudia el espermatozoide en relación con el número, movilidad, morfología y vitalidad. También ofrece información valiosa sobre la presencia de otras células como macrófagos, linfocitos, leucocitos, bacterias y hongos.

El líquido seminal que es producido por las glándulas sexuales anexas puede ser evaluado además desde el punto de vista bioquímico e inmunológico.

Palabras claves: Espermograma, infertilidad masculina, parámetros seminales.

Abstract

The spermogram is the simplest and the most important diagnostic to initiate studies of male fertility. We are able to assess physical aspects such as volume, pH, mucus, viscosity, colour, and odour as well as cellular aspects related to the spermatozooids such as their number, mobility, morphology, and vitality. In addition, it provide us with valuable information as to the presence and characteristics of other cells such as macrophages, lymphocytes, leucocytes, bacteria, and fungi. The seminal fluid produced by the accessory sexual glands may also be evaluated by biochemical and immunological means.

Key words: Spermogram, infertility male, sperm parameters.

Fecha de recepción: 14 de agosto de 2007
Fecha de aceptación: 25 de septiembre de 2007

¹Director Programa de Investigaciones en Salud Sexual y Reproductiva. Programa de Medicina, División Ciencias de la Salud, Universidad del Norte, Barranquilla (Colombia). fvazquez@uninorte.edu.co

Correspondencia: Universidad del Norte, Km 5 vía a Puerto Colombia, A.A. 1569, Barranquilla (Colombia).

² Estudiante del Programa de Medicina, Universidad del Norte, Barranquilla (Colombia).

INTRODUCCIÓN

El espermograma es el examen paraclínico que brinda la visión más amplia de la capacidad reproductiva del varón. Es un examen de bajo costo que permite realizar una primera impresión diagnóstica y evaluar los logros de los tratamientos médicos y quirúrgicos que se llevan a cabo durante el tratamiento.

Para que un espermograma pueda ser interpretado correctamente por el médico es necesario suministrar al paciente una información clara y completa de la forma como se debe tomar la muestra seminal; también es fundamental que la muestra sea analizada por un laboratorio que garantice el correcto procesamiento de la misma, por lo cual se recomienda derivar estos exámenes a los centros de reproducción que dispongan de un laboratorio de andrología.

1. INSTRUCCIONES DE RECOLECCIÓN

Siguiendo las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Sociedad Europea de Embriología y Reproducción Humana (1,2) en su manual de laboratorio, la muestra seminal debe ser tomada con un período de abstinencia sexual de 2 a 7 días, debe ser depositada en un recipiente estéril o limpio, de boca ancha, que permita que todo el líquido seminal se deposite en el recipiente; en caso de pérdida de alguna gota de semen, la muestra no debe ser llevada al laboratorio y se debe repetir el procedimiento con los mismos días de abstinencia. Infórmele al paciente que la primera gota de semen contiene cerca del 50% del total de espermatozoides.

El recipiente debe ser tapado en forma hermética, marcado con el nombre del paciente, transportado a temperatura corporal (30°C-36°C) y entregado en el laboratorio hasta

una hora después de tomada la muestra. El lugar de toma puede ser su propia casa o el laboratorio, según la distancia donde viva el paciente. Recuerde que para el hombre realizarse un espermograma implica un sentimiento de intimidad sexual como es el de experimentar el orgasmo, por lo que el lugar de toma de muestra debe respetar esta intimidad.

Se recomienda el método del autoestímulo o masturbación para recoger la muestra. El coito interrumpido tiene como desventaja que puede producir pérdida de parte de la muestra y contaminación del líquido seminal con las secreciones normales de la vagina. En algunas ocasiones, especialmente cuando el hombre rechaza el autoestímulo, es útil utilizar preservativos (condones) especiales que no contienen espermaticidas para tomar la muestra por relación coital. No se debe lavar, el día de la toma de muestra, los órganos genitales con jabones quirúrgicos o sustancias que puedan alterar el semen.

2. INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

El semen es un líquido que sirve para transmitir la vida o también para transmitir infecciones que pueden producir enfermedades y aun la muerte. Está formado por secreciones de las glándulas sexuales accesorias y por células, como son los espermatozoides, macrófagos, linfocitos, leucocitos, células epiteliales y por bacterias, hongos, virus cuando el semen se infecta.

El espermograma, por lo tanto, suministra información de los aspectos físicos, que están relacionados con las glándulas, e información de las células, que están relacionadas con el testículo y otras células.

3. ASPECTOS FÍSICOS DEL SEMEN

3.1 VOLUMEN DE SEMEN

El líquido seminal se forma de la secreción de las vesículas seminales (60%), la próstata (30%), del epidídimo y las glándulas bulbouretrales (Cowper y Littre) (10%) (3).

3.1.1 Vesículas seminales

Las vesículas seminales juegan un rol importante en la fertilidad, pues varios de sus productos de secreción estimulan de manera directa la movilidad de los espermatozoides (4,5,6). Las vesículas seminales también participan en la textura del plasma seminal dándole cierto grado de viscosidad que posee y favorece como sustancia alcalina el pH de 7.2 – 8.0 del semen.

Estas también contienen una variedad de compuestos químicos, aunque el rol fisiológico de muchos de estos compuestos es aún desconocido. Potasio, bicarbonato, fosfatos, magnesio, prolactina, insulina ácido ascórbico, fructuosa y prostaglandinas son algunas de estas sustancias (29, 35, 36).

El ácido ascórbico y la fructuosa tienen como función el rol de agente reductor que se encuentra presente en las vesículas seminales. La fuente de fructuosa en las vesículas seminales parece proceder de la glucosa a partir de la aldosa a sorbitol, luego de la cual ocurre una reducción cetósica para producir fructuosa (3,7).

Durante mucho tiempo se ha creído que la fructuosa es la fuente de energía de los espermatozoides, sin embargo, estudios han demostrado que los espermatozoides utilizan preferencialmente la glucosa (8), azúcar que se encuentra en altas concentraciones en el tracto reproductivo femenino. De manera

adicional, se ha encontrado que el moco cervical, producido en el cuello uterino, contiene altas concentraciones de glucosa y muy bajas concentraciones de fructuosa. En el útero utiliza la glucosa como fuente de energía.

La falsa creencia de que la fructuosa era la fuente de energía del espermatozoide se basa en el hecho de que en los análisis de laboratorio el espermatozoide que requiere de energía para su movimiento utiliza el sustrato energético que encuentra a disposición, y en este caso es la fructuosa.

3.1.2 Próstata

La glándula prostática es un sistema complejo de ductos alineados con células exocrinas basales, células del lumen y células epiteliales neuroendocrinas (19).

La próstata se encuentra en todos los mamíferos; sin embargo, hay diferencias entre especies en cuanto a la anatomía, bioquímica y patología (20). Las células epiteliales contribuyen con la secreción del fluido que se deposita a través de los ductos a la uretra y que forma parte del semen.

El peso prepuberal de la próstata humana es de 1.6 gramos, y al final de la tercera década es de alrededor 20 gramos (21).

Las actividades proliferativas y secretorias de la próstata son estrictamente dependientes de andrógenos (9,10). La testosterona para actuar debe ser transformada intracelularmente en dihidrotestosterona.

La próstata secreta enzimas, lípidos, aminas e iones esenciales para la función del espermatozoide (11, 34). En la próstata humana también se observan enzimas que metabolizan esteroides; así, se ha demostrado la presencia de la enzima específica para

estrógenos, la 17 beta hidroxisteroide oxidoreductasa.

La próstata participa en diferentes funciones del espermatozoide y del plasma seminal. Sus secreciones son necesarias para el proceso de licuefacción o mucolisis. Es conocido que la secreción de la próstata facilita la liquefacción del líquido seminal coagulado por la acción de las secreciones de las vesículas seminales.

El zinc secretado por la próstata es el responsable de la estabilidad de la cromatina espermática. El zinc favorece la estructura cuaternaria de la cromatina. La cromatina se compacta durante el proceso de espermiogénesis y durante el paso del espermatozoide por el epidídimo. El propósito de la mayor estabilidad de cromatina es proteger el DNA del espermatozoide de cualquier noxa externa (22, 23, 24, 25, 26).

Se ha demostrado que la hiperestabilidad de la cromatina se asocia a una hipofunción de las vesículas seminales (12).

Tal como se ha demostrado para el conducto deferente, el tejido prostático humano se contrae en respuesta al estímulo noradrenérgico. Se ha demostrado en la próstata la presencia de receptores alfa 1B (13). La función prostática puede ser evaluada por diferentes marcadores, como el ácido cítrico, el antígeno específico prostático (PSA), zinc, fosfatasa ácida, beta-microseminoproteína, y la zinc-alfa 2 glicoproteína (14, 15).

El semen humano contiene grandes cantidades de prostaglandinas (PGs). El nombre de prostaglandina se acuñó en la creencia de que ellas se originaban de la próstata; sin embargo, se ha demostrado que se producen

mayormente en las vesículas seminales (16, 27). Los mecanismos por los cuales afectan la movilidad de los espermatozoides son aún desconocidos, aunque hay cierta evidencia que sugiere que las PGs pueden mejorar la movilidad de los espermatozoides al incrementar el contenido de ATP en los espermatozoides (17).

3.1.3 Interpretación del volumen seminal

La eyaculación ocurre de manera secuencial y sincronizada y la fracción prostática predomina en las primeras gotas y la secreción de vesículas seminales en las restantes. Ambas glándulas accesorias son dependientes en su función de la acción de los andrógenos tanto en su diferenciación como en su crecimiento, desarrollo y mantenimiento. Las glándulas seminales y la próstata son dos órganos importantes que complementan la espermatogénesis al aportar el vehículo de transporte y manutención del espermatozoide que como célula flagelar requiere de una sustancia líquida para su desplazamiento.

El volumen normal para un mínimo de dos días de abstinencia es 2 cc. Cuando hay menos de este valor se habla de *hipospermia*, y una causa de la baja producción de líquido seminal está relacionada con niveles de testosterona bajos. Cuando habiendo orgasmo no hay líquido seminal externo se habla de *aspermia*, y esto ocurre generalmente en pacientes diabéticos o en aquellos que tienen alguna lesión medular. Cuando esto sucede, se debe solicitar al paciente una muestra de orina luego de la relación sexual para observar bajo el microscopio si en la orina hay espermatozoides, en cuyo caso estamos ante el caso de una *eyaculación retrógrada*. Para ayudar a estos pacientes a tener su hijo se debe alcalinizar la orina del paciente

mediante la ingesta de bicarbonato de sodio horas antes de la relación sexual, recoger la orina posterior a la toma de muestra, realizar una separación de los espermatozoides de la orina y capacitarlos para inseminarlos por vía intrauterina generalmente.

El volumen de semen depende de los días de abstinencia, de lo cómodo o incómodo que se sienta el paciente al momento de tomar la muestra, y la edad de éste, teniendo mayor cantidad la del joven que la del adulto mayor. El deseo sexual es un condicionante importante, por lo que generalmente los pacientes refieren tener mayor volumen de eyaculado que el que presentan en un resultado de espermograma. Es importante confirmar con el paciente si hubo pérdida de muestra seminal y el número real de días de abstinencia.

3.2 pH SEMINAL

El pH seminal depende de las secreciones de las glándulas sexuales accesorias, siendo la próstata acidificante y alcalinizante las vesículas seminales. El valor de referencia en el adulto ha sido modificado por la OMS durante la última década, siendo en la actualidad el normal mayor o igual de 7.2 (1). A valores de pH ácido se produce mortalidad de los espermatozoides (el pH ácido de la vagina actuó como espermaticida biológico), siendo mayor ésta cuanto más bajo sea el valor de pH. El espermatozoide tolera más fácilmente la alcalinización del semen.

Cuando existe un pH ácido y un volumen menor de 2 cc se debe sospechar de una agenesia de vesículas seminales. Esta se puede confirmar con una titulación de fructuosa en el semen, la cual debe de reportar valores bajos o con una ecografía de órganos genitales internos (28, 30).

Los valores de pH en ciertas regiones geográficas son generalmente iguales o superiores a 8.0 comparados con valores de 7.2 a 8.0 de otras regiones. Procesos inflamatorios e infecciones crónicas pueden estar relacionadas (50).

3.3 MUCÓLISIS

Es conocido que la secreción de la próstata facilita la mucólisis o licuefacción del líquido seminal coagulado por la acción de las secreciones de las vesículas seminales. Al momento de la eyaculación, el plasma seminal proveniente de la próstata es líquido, pero una vez entra en contacto con las secreciones de las vesículas seminales se coagula. Por lo tanto, la coagulación del plasma seminal es una de las características de la función de las vesículas seminales (18). Después de la coagulación ocurre un fenómeno de licuefacción, el cual se observa entre 10 y 30 minutos después de la eyaculación. Este fenómeno es dependiente de la actividad de la próstata. Por ello, ambos procesos, la coagulación y la mucólisis, reflejan la función de las glándulas sexuales accesorias (vesículas seminales y próstata). La alteración de la mucólisis y el aumento de la viscosidad del líquido seminal se relacionan con procesos inflamatorios de las glándulas y su presencia impide el libre desplazamiento del espermatozoide, lo cual produce astenozoospermia (33).

3.4 COLOR

Generalmente, el color se describe como blanco gris; cuando existe prostatitis o vesiculitis crónica su color es amarillento; cuando hay una infección aguda presenta un color blanco purulento. En algunos casos, el color es marrón, lo cual indica la presencia de sangre en el semen (hemospermia); su

causa puede ser la ruptura ocasional de algún vaso sanguíneo en la vía uretral o vejiga; cuando persiste debe descartarse la presencia de neoplasias.

3.5 OLOR

Se describe como “sui generis” o característico. La espermina al parecer es la sustancia que determina el olor, que algunas personas la relacionan con el olor del hipoclorito de sodio.

4. ASPECTOS CELULARES DEL SEMEN

4.1 RECUENTO DE ESPERMATOZOIDES

El recuento de espermatozoides se realiza mediante cámaras de recuento específicas como la de Makler, o en cámara de recuento de glóbulos blancos. El reporte se realiza por centímetro cúbico (mililitro) o el total de espermatozoides, que es el producto de multiplicar el volumen por el número de espermatozoides por centímetro cúbico. Cuando la cantidad de espermatozoides es inferior a 20 millones /cc o menor a 40 millones en recuento total se denomina *oligozoospermia*; cuando no hay ningún espermatozoide se denomina *azoospermia*. En estos casos, el problema puede ser *secretor*, es decir, no hay o hay pocos espermatozoides por daño en el testículo causado por inflamaciones, infecciones, varicocele y otras causas, o *excretor*, es decir, se producen espermatozoides pero existe una obstrucción de la vía de transporte de espermatozoides desde los testículos a la uretra prostática.

Las oligozoospermias o azoospermias pueden ser de origen congénito o adquirido. Es importante titular en plasma sanguíneo

el valor de FSH, la cual está relacionada con el número de espermatogonias. Cuando FSH está alta, el daño de la espermatogénesis es importante y su pronóstico es reservado; cuando FSH está baja es posible estimular la espermatogénesis y se espera un resultado favorable. Si FSH está en valores normales y hay azoospermia, hay que sospechar de un proceso obstructivo.

Cuando se realizan tratamientos y se espera que el número de espermatozoides aumente es importante solicitar siempre los mismos días de abstinencia para poder comparar los resultados. El número de espermatozoides aumenta con el número de días de abstinencia, y la movilidad mejora cuando hay menos días de abstinencia.

4.2 MOVILIDAD

El espermatozoide tiene una estructura flagelar que le permite su desplazamiento en el líquido seminal, en la cavidad vaginal, útero y trompas uterinas. En la evaluación de la capacidad reproductiva o fértil del espermatozoide, la movilidad es un criterio determinante para su normalidad.

La OMS clasifica la movilidad en cuatro categorías: *Grado a*: son móviles rápidos y con movilidad rectilínea. *Grado b*: son lentos y con desplazamientos no rectilíneos. *Grado c*: cuando no hay desplazamiento del espermatozoide pero sí hay movilidad flagelar, y *grado d*: cuando el espermatozoide está inmóvil. Una muestra tiene movilidad normal si tiene más de 50% de espermatozoide grado a + b, y si hay más de 25% grado a. Si no se cumplen estos criterios, la muestra seminal se califica con diagnóstico de *astenozoospermia*.

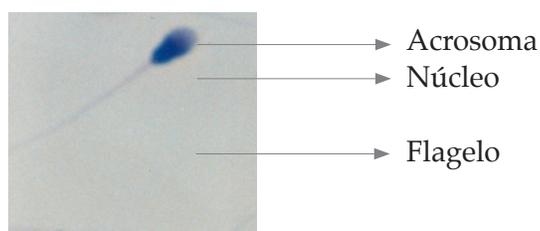
La movilidad está disminuida generalmente por infecciones de transmisión sexual,

por el varicocele testicular, el frío, muchos días de abstinencia, afectaciones mitocondriales de origen congénito o adquirido, sustancias adictivas como el cigarrillo y el alcohol. Es una alteración frecuente en varones con infertilidad. Su tratamiento depende de su causa. En caso de infecciones (especialmente por Chlamidia) se utilizan antibióticos, cuando hay aumento de la viscosidad del semen se utilizan los mucolíticos, y cuando hay sospechas de la deficiencia en la cadena respiratoria mitocondrial se utilizan vitaminas, aminoácidos, antioxidantes (42,43).

4.3 MORFOLOGÍA

Para realizar el reporte de la morfología se requiere hacer una tinción de los espermatozoides. La OMS clasifica las alteraciones según la región donde están localizadas: cabeza, cuello, flagelo y combinadas. Hace una década se aceptaba como normal espermogramas con más del 50% de formas normales; hoy, según los criterios se acepta como normal una morfología con 30% OMS (1) o 14% Kruger (37). Dicho en forma sencilla, el varón tiene el 70% o más de sus espermatozoides con alteraciones morfológicas, lo cual es una de las variables que explican el porcentaje alto de infertilidad que hoy existe; otras especies con mejor tasa de fertilidad como el conejo tienen el 90% o más de formas normales (38).

Espermatozoide de Forma Normal



Nota: Espermatozoide normal, sin alteraciones morfológicas y normoconfiguración de la cabeza. Tinción fuerte (400x). Cortesía: Goelkel A.

Cuando no se cumple con el porcentaje de formas normales se denomina *teratozoospermia*. Las infecciones de transmisión sexual, el estrés, las altas temperaturas, el varicocele, los tóxicos ambientales, las drogas de adicción (marihuana, ácidos, cocaína etc.), el alcohol, el cigarrillo, antibióticos, agropesticidas, radiaciones han sido asociadas con la teratozoospermia (39, 40, 41,). También existen factores genéticos, como son los casos de la agenesia del acrosoma y la ausencia de brazos de dineína en el flagelo (Síndrome del Cilio Inmóvil), donde hay inmovilidad de los espermatozoides (44, 45).

Según los resultados de investigadores (46,47), durante la adolescencia ya existe teratozoospermia, es decir, el varón nunca tiene un alto porcentaje de formas normales, sino que desde el inicio de su espermatogénesis lo frecuente es tener valores cercanos al 30%. La explicación teórica de esta situación podría ser que las alteraciones morfológicas son heredadas genéticamente o que alguna forma aún no conocida durante ese período de inactividad biológica en la infancia se afectara el futuro proceso de la espermatogénesis.

Estas alteraciones morfológicas son una forma citológica de describirlas pero no tienen en sí un significado funcional. Mutaciones, deleciones, alteraciones enzimáticas, mitocondriales, de receptores, escapan al diagnóstico de este análisis morfométrico. Con el uso de las técnicas de reproducción asistida como el ICSI, donde se han utilizado espermatozoides que no son morfológicamente normales, se han obtenido niños totalmente normales como también fracasos en la fecundación de los ovocitos (48, 51). Es de esperar que la especie humana tenga mecanismos regulatorios mucho más complejos y exactos que la sola descripción

externa del espermatozoide que asegure que los niños que nacen sean genéticamente sanos y saludables.

4.4 VITALIDAD

Los espermatozoides inmóviles pueden estar vivos o muertos. Para determinar cuáles están vivos se realiza el test de eosina, el cual consiste en mezclar en un portaobjeto una gota de eosina y una de semen. Cuando las células mueren pierden su capacidad de permeabilidad de membrana y permiten el paso libre de los fluidos, por lo cual los espermatozoides muertos se observarán al microscopio como teñidos de rosado y los vivos estarán sin teñir. Este examen es de gran valor en los casos de astenozoospermia.

4.5 OTRAS CÉLULAS

El líquido seminal puede ser el vehículo de transporte no sólo de los espermatozoides, sino de otras células importantes como los linfocitos, virus (HIV, hepatitis B), bacterias (*neisseria gonorrhoeae*, *chlamydia*, *treponema pallidum*, *e-coli*, etc.) y hongos. Todas las células citadas están relacionadas con las infecciones de transmisión sexual y tienen al semen como la forma de transmitirla a la mujer o a otro hombre.

Se conoce también que el líquido seminal tiene fructosa, manosa, aminoácidos, hormonas sexuales, y diversas proteínas, desechos metabólicos, entre otros. Es decir, el líquido seminal no solamente tiene como función transportar los espermatozoides sino que es una forma de excreción del cuerpo del hombre.

5. PRUEBAS BIOQUÍMICAS

5.1 BIOQUÍMICA DEL PLASMA SEMINAL:

Evalúa algunas funciones de las glándulas sexuales accesorias. La determinación de ácido cítrico para la evaluación de la próstata, la de fructosa para la evaluación de las vesículas seminales y la de L-carnitina para el epidídimo son las más utilizadas (28, 31, 32, 49).

5.2 PRESENCIA DE LEUCOCITOS:

La prueba de la peroxidasa se utiliza para identificar los leucocitos en el semen. Los leucocitos son peroxidasa positivo, mientras que las otras células redondas como las germinales inmaduras y del tracto genital masculino son peroxidasa negativo. Se considera leucocitospermia a más de un millón de leucocitos por mililitro, lo cual indica una probable infección.

Terminología diagnóstica del espermograma

Oligozoospermia	Concentración de espermatozoides menor de 20×10^6 /ml
Astenozoospermia	Menos del 50% de espermatozoides con progresión anterógrada (categoría <i>a</i> y <i>b</i>) o menos del 25% de espermatozoides con movimiento de la categoría <i>a</i>
Teratozoospermia	Menos del 30% con morfología normal
Oligoastenoteratozoospermia	Perturbación de las tres variables
Azoospermia	Ausencia de espermatozoides en el eyaculado
Aspermia	No hay eyaculado

Fuente: World Health Organization (WHO), 2000.

5.3 ESTUDIOS MICROBIOLÓGICOS: Estudia la presencia de bacterias como *neisseria gonorrhoeae*, *e-coli*. Su diagnóstico se realiza mediante tinciones y cultivos de la muestra seminal o mediante pruebas inmunológicas, como es el caso de la *chlamydia*, donde se toma la muestra del meato uretral del pene. En caso de constatarse la infección se realiza antibióticoterapia a la pareja. Para realizar un cultivo microbiológico del semen es necesario utilizar un recolector estéril.

CONCLUSIÓN

En resumen, el espermograma es el examen paraclínico con el cual se debe iniciar los estudios de laboratorio de la fertilidad masculina. Es un examen de bajo costo que permite realizar una primera impresión diagnóstica y además evaluar los logros de los tratamientos médicos y quirúrgicos que se lleven a cabo durante el proceso. Suministra principalmente información sobre el número, movilidad y morfología de los **espermatozoides** (función del testículo), así como el volumen, pH, viscosidad, mucolisis, color y olor (función de las vesículas seminales y la próstata).

Agradecimientos

Se le agradece a Zenem Carmona, estudiante de Maestría en Biomédicas, por su contribución en este trabajo.

REFERENCIAS

(1) World Health Organization (1992). *Laboratory Manual for the Examination of Human Semen and Semen-Cervical Mucus Interaction*, 3rd ed. Cambridge, U.K.: Cambridge University Press.

(2) European Society of Human Reproduction and Embryology. *Manual on Basic Semen Analysis* 2002, vol. 2002, N° 2.

(3) Coffey D. The male sex accessory Tissues. Structure, Androgen action and Physiology. In E. Knobil and J. Neil (editors). *The Physiology of Reproduction*, vol. 1, 2nd ed., 1994, pp. 1345-1487.

(4) Baccetti B, Afzelius BA. *The biology of the sperm cell*. Base: S. Karger, 1976, p. 93.

(5) Okamura N, Tajima Y, Soejima A, Masuma H, Sugita Y. Sodium bicarbonate in seminal plasma stimulates the motility of mammalian spermatozoa through direct activation of adenylate cyclase. *J Biol Chem* 1985;260:9699-9705.

(6) Gottlieb C, Svanborg K, Eneroth P, Bygdeman M. Effect of prostaglandins on human sperm function in vitro and seminal adenosine triphosphatase content. *Fertil Steril* 1988; 49:322-327.

(7) Mann T, Lkutuak-Mann CL. *Male reproductive function and semen*. New York: Springer-Verlag, 1981.

(8) Pedrón N, Giner J, Hicks JJ, Rosado A. Compared glycolytic metabolism in normal and oligoasthenospermic subjects. *Fertil Steril* 1977; 26: 309-313.

(9) Aumuller G. Morphologic and regulatory aspects of prostatic function. *Anat Embryol (Berl)* 1989; 179: 519-531.

(10) Konety BR, Schwartz GG, Acierno JS, Becich MJ, Getzenberg RH. The role of vitamin D in normal prostate growth and differentiation. *Cell Growth Differ* 1996; 7:1563-1570.

(11) Kumar VL, Majumder PK. Prostate gland: Structure, functions and regulation. *Int Urol Nephrol*. 1995; 27:231-243.

(12) Gonzales GF, Villena A. Influence of low corrected seminal fructose levels on sperm chromatin stability in semen from men attending an infertility service. *Fertil Steril*. 1997; 67: 763-768.

(13) Teng CM, Guh JH, Ko FN. Functional identification of alpha 1-adrenoceptor subtypes in human prostate: comparison with those in rat vas deferens and spleen. *Eur J Pharmacol*. 1994; 265: 61-66.

(14) Ahlgren G, Rannevik G, Lilja H. Impaired secretory function of the prostate in men with

- oligo-asthenozoospermia. *J Androl* 1995; 16: 491-498.
- (15) Talas M, Dostal J, Oborna I y cols. Results of a study of serum hormones and biochemical findings in seminal plasma in subfertile men examined at the Clinic of Gynecology and Obstetrics in Olomouc 1995-1996. *Ceska Gynekol* 1997; 62: 274-277.
- (16) Gerozissis K, Jouannet P, Soufir JC, Dray F. Origin of prostaglandins in human semen. *J Reprod Fertil*. 1982; 65:401-404.
- (17) Bendvold E, Gottlieb C, Svanborg K, Bygdeman M, Eneroth P. Concentration of prostaglandins in seminal fluid of fertile men. *Int J Androl* 1987; 10: 463.
- (18) Tauber PF, Propping D, Schumacher GFB, Zanaveld LJD. Biochemical aspects of the coagulation and liquefaction of human semen. *J Androl* 1980; 1:281-288.
- (19) Xue Y, Smedts F, Vehofstad A, Debruyne F, De la Rosette J, Schalken J. Cell kinetics of prostate exocrine and neuroendocrine epithelium and their differential interrelationship: new perspectives. *Prostate Suppl* 1998; 8: 62-73.
- (20) Frick J, Aulizky W. Physiology of the prostate. *Infection* 1991; 19 (Suppl) 3:S115-118.
- (21) Frick J. Pathophysiology of benign prostatic hyperplasia. *Wien Med Wochenschr* 1996; 146: 158-60.
- (22) Goelkel A, Tilano O, Vásquez F. Estudio In Vitro de la decondensación de la cromatina de Espermatozoides capacitados y no capacitados en varones fértiles e infértiles. *Medicina Reproductiva* 2002; 5(2): 31-35
- (23) Bustos-Obregón E, Leyva S. Caracterización de los cambios citoquímicos del núcleo del espermatozoide postespermatoteleosis. En Fernández Donoso (Ed.). *El núcleo, los cromosomas y la evolución*. UNESCO, pp. 167-196.
- (24) Kvist, U. Importance of spermatozoal zinc as temporary inhibitor of sperm nuclear chromatin decondensation ability in man. *Acta Physiol Scand*. 1979; 109 : 79-84.
- (25) Kvist U. Sperm nuclear chromatin decondensation ability in man. *Acta Physiol Scand. Suppl*. 1980; 486: 1-24.
- (26) Leiva S, Gamboa M, Bustos-Obregón E. A new approach to zinc participation in nuclear sperm stability. *Arch. Androl*. 1992;4: 241-254.
- (27) Aitken RJ, Kelly RW. Analysis of the direct effects of prostaglandins on human sperm function. *J Reprod Fertil* 1985; 73: 139-146.
- (28) Biswas S, Ferguson K, Stedronska J, Boffoe G, Mansfield M, Koskab N. Fructose and hormone levels in semen: Their correlation with sperm counts and motility. *Fertil Steril* 1978; 30: 200-204.
- (29) Brewster SF. The development and differentiation of human seminal vesicles. *J Anat* 1985; 143: 45-55.
- (30) Coppens L. Diagnosis and treatment of obstructive seminal vesicle pathology. *Acta Urol Belg* 1997; 65: 11-19.
- (31) Gonzales GF. Corrected seminal fructose test. *Arch Androl* 1994; 33: 17-22.
- (32) Gonzales GF, García-Hjarles M, Napuri R. Corrected seminal fructose levels: Index of secretory activity of seminal vesicles. *Archives of Andrology* 1998; 21: 135-42.
- (33) Gonzales GF, Kortebani G, Mazzolli AB. Hyperviscosity and hypofunction of the seminal vesicles. *Arch Androl* 1993; 30: 63-68.
- (34) Bablock L, Janczewski Z. Development of Biological Value of Sperm in Delayed Puberty. *Pol-Lyg-Lek*. 1992; 47 (24-26): 537-539.
- (34) Grizard G, Sion B, Jouanel P, Benoit P, Boucher D. Cholesterol, phospholipids and markers of the function of the accessory sex glands in the semen of men with hypercholesterolaemia. *Int J Androl* 1995; 18: 151-156.
- (35) Mandal A, Bhattacharyya AK. Phosphate, zinc, calcium, citric acid, and acid phosphatase in human ejaculates as related to coagulation/liquefaction. *Arch Androl* 1987; 19:275-283.
- (36) Menditto A, Pietraforte D, Minetti M. Ascorbic acid in human seminal plasma is protected from iron-mediated oxidation, but is potentially

- exposed to copper-induced damage. *Hum Reprod.* 1997; 12: 1699 - 1705.
- (37) Kruger TF, Acosta AA, Simmons KF, Swanson RJ, Matta JF, Veeck LL et al. New method of evaluating sperm morphology with predictive value for human in vitro fertilization. *Urology* 1987; 30: 248-51.
- (38) Kahraman S et al. Preliminary FISH studies on spermatozoa and embryos in patients with variable degrees of teratozoospermia and a history of poor prognosis. *Reprod Biomed Online.* 2006 Jun;12(6):752-61.
- (39) Contreras HR, Badilla J, Bustos-Obregón E. Morphofunctional disturbances of human sperm after incubation with organophosphate pesticides. *Biocell.* 1999 Aug; 23(2):135-41.
- (40) Ragni G, De Lauretis L, Gambaro V, Di Pietro R, Bestetti O, Recalcati F. Semen, evaluation in heroin and methadone addicts. *Acta Eur Fertil.* Aug; 16(4):245-9.
- (41) Sobarzo C, Bustos-Obregón E. Sperm quality in mice acutely treated with parathion. *Asian J Androl.* 2000; 2(2):147-50.
- (42) Lenzi A, Sgro P, Salacone P, Paoli D, Gilio B, Lombarda F, Santulli M, Agarwal L. A placebo-controlled double-blind randomized trial of the use of combined l-carnitine and l-acetyl-carnitine treatment in men with asthenozoospermia. *Fertil Steril.* 2004; 81(6):1578-84.
- (43) Lenzi A, Lombardo F, Sgro P, Salacone P, Caponecchia L, Dondero F, Gandini L. Use of carnitine therapy in selected cases of male factor infertility: a double-blind crossover trial. *J Urol.* 2003; 170(2 Pt 1):677.
- (44) Álvarez González, Bustos Castanon L, Nistal Serrano M. [Evidence for autosomal dominant inheritance through the maternal line in a case of primary ciliary dyskinesia. *Actas Urol Esp.* 2006; 30(7):728-30.
- (45) Martínez Albaladejo M, Orts Arqueros C, de la Torre Alvaro J, Berlinches Acin P. Primary ciliary dyskinesia, presentation of an atypical case *An Med Interna.* 2002 Sep; 19(9):460-2.
- (46) Janczewski Z, Bablock L. Semen Characteristics in pubertal boys. I Semen quality after first ejaculation. *Archives of Andrology.* 1985; 15: 199-205.
- (47) Vásquez F. Características del espermograma y determinación de los niveles séricos de gonadotropinas al inicio de la espermatogénesis humana en una población de adolescentes de la ciudad de Barranquilla (Colombia), 1999-2000 [tesis]. Universidad Autónoma de Barcelona, 2004. Disponible en <http://www.tesisexarxa.net/TDX-0701104-170507/index.html>
- (48) Loutradi KE, Tarlatzis BC, Goulis DG, Zepiridis L, Pagou T, Chatziioannou E, Grimbizis GF, Papadimas I, Bontis I. The effects of sperm quality on embryo development after intracytoplasmic sperm injection. *J Assist Reprod Genet.* 2006; 23(2):69-74.
- (49) Manotas A, López M, Vásquez F. Determinación de Fructosa seminal en una población de adolescentes. *Medicina Reproductiva.* 2001; 4 (1): 93.
- (50) Vásquez F, Manotas A, López M, Navarro A. Cinética del pH seminal en una población de adolescentes. *Medicina Reproductiva.* 2001; 4 (1): 92.
- (51) Kahraman S et al. Preliminary FISH studies on spermatozoa and embryos in patients with variable degrees of teratozoospermia and a history of poor prognosis. *Reprod Biomed Online.* 2006; 12(6):752-61.