

Técnica de ureteroscopia virtual en pacientes con patología urológica

Mayor M.C. Ricardo **Aguilar-Hipólito**,*

Mayor M.C. Ana Luisa **Mendizábal-Méndez**,** Mayor M.C. Abel Antonio **Ricardez-Espinoza*****

Escuela Militar de Graduados de Sanidad y Hospital Central Militar. Ciudad de México.

RESUMEN

Introducción. Las técnicas de reconstrucción tridimensional MIP, SSD, VR y el navegador virtual (endoscopia virtual) realizadas con tomógrafo helicoidal de 16 líneas de corte, permiten el estudio de la anatomía humana, tanto de la superficie como de la estructura interna de los órganos (aparato respiratorio, aparato digestivo, sistema vascular y genitourinario). Su aplicación en pacientes con patología urológica, nos permite la valoración superficial e interna de la anatomía renal, de uréteres y vejiga, como una nueva técnica de imagen auxiliar diagnóstica.

Método. Se realizó un estudio observacional, descriptivo y transversal en 20 pacientes, 12 masculinos y ocho femeninos, con edades entre los 21 y 74 años, a quienes se les realizó urotomografía con reconstrucción tridimensional MIP, SSD, VR y navegación virtual, por presentar dolor, hematuria o uropatía obstructiva persistente, a pesar de manejo médico, todos ellos con estudios de laboratorio e imagen previos de abordaje por urología, sin poder determinar la causa de su patología actual.

Resultados. Once pacientes presentaron litiasis (dos con litiasis renal, nueve litiasis ureteral), cinco fueron variantes anatómicas (un riñón en herradura, un bucle de uréter, dos con asa ureteral, uno con compresión extrínseca por estructura vascular), un enfisema ureteral y tres normales.

Conclusiones. La causa de dolor y obstrucción era secundaria a microlitiasis renal o ureteral y a variantes anatómicas, que afectan la densidad del medio de contraste eliminado, dicha densidad modifica los valores numéricos mínimos y máximos de VRT para la navegación virtual.

Palabras clave: endoscopia virtual, VR, SSD, MIP, patología urológica.

Technique of

virtual ureteroscopy in patient with urological pathology

SUMMARY

Introduction. The techniques of three-dimensional reconstruction MIP, SSD, VR and the Virtual navigator (virtual endoscopy) carried out with helical tomograph of 16 court lines, they allow the study of the human anatomy, so much of the surface as of the internal structure of the organs (respiratory system, digestive system, vascular system and genitourinary). Its application in patient with urological pathology, allows us the superficial and internal valuation of the renal anatomy, of ureters and bladder, like a new technique of auxiliary diagnostic image.

Method. One carries out an observational, descriptive and transverse study in 20 patients, 12 male and 8 female, with ages among the 21 and 74 years to who were carried out Urotomography with three-dimensional reconstruction MIP, SSD, VR and virtual endoscopy, to present pain, hematuria or obstructive persistent uropatia, in spite of handling doctor, all them with laboratory studies and previous image of boarding for urology, without being able to determine the cause of their current pathology.

Results. 11 patients presented litiasis (2 with renal litiasis, 9 litiasis ureteral), 5 were varying anatomical (1 kidney in horseshoe, 1 uréter curl, 2 with handle ureteral, 1 with extrinsic compression for vascular structure), 1 emphysema ureteral and 3 normal.

Conclusions. The pain cause and obstruction was secondary to renal microlitiasis or ureteral and to anatomical variants that affect the density of the means of eliminated contrast, this density modifies the values numeric minima and maxima of VRT for the virtual sailing

Key words: Virtual endoscopy, VR, SSD, MIP, urological pathology.

* Alumno de tercer año del curso de Radiología e Imagen de la Escuela Militar de Graduados de Sanidad. **Jefa de la Subsección de Imagen Seccional (Tomografía Computada) del Hospital Central Militar. *** Jefe de la sala de Urología del Hospital Central Militar.

Correspondencia:

Mayor Dr. Ricardo Aguilar-Hipólito.

Escuela Militar de Graduados de Sanidad de la SEDENA, Calle Batalla de Celaya y Cda. de Palomas S/N, Col. Lomas de Sotelo, Deleg. Miguel Hidalgo, C.P. 11200, México, D.F. Tel.: 5520-2079.

Correo electrónico: hipolitomed@hotmail.com

Recibido: Enero 21, 2009.

Aceptado: Agosto 24, 2009.

Introducción

El año 2004 y el mundo fueron testigos del fallecimiento del ingeniero en electrónica, ganador del premio Nobel de Medicina en 1979, Sir Godfrey Newbold Hounsfield, por “El desarrollo de la tomografía asistida por computador”.⁵ Su invento marcó un antes y después en la historia de la medicina, equiparable con el descubrimiento de los rayos X por Wilhelm Conrad Röntgen, en 1985, quien con la obtención de imágenes por rayos X inició la primera técnica de diagnóstico por imagen. Sir Hounsfield fue testigo del desarrollo vertiginoso de su invento y de sus múltiples aplicaciones en medicina, desde su primer modelo; el EMIMARK 1, con el cual para tomar la primera imagen de cráneo, demoró 2 horas y media y la reconstrucción de sus imágenes tomó nueve días; hasta el tomógrafo multicorte de 64 líneas de corte, capaz de tomar imágenes en 0.005 segundos.

Tomografía axial computarizada (TAC) se entiende como: La obtención de imágenes mediante el movimiento circular del tubo de Rayos X, con emisión de rayos en abanico que inciden sobre un punto del cuerpo humano y se procesan a través de un ordenador.

La TAC helicoidal se desarrolló por una tecnología capaz de eliminar los cables de alimentación de energía y de hacer girar el tubo a mayor velocidad y en forma continua, es decir, en un solo sentido. Esto se logró gracias a los anillos deslizantes; los cables que vienen de afuera energizan los anillos y el tubo de rayos X toma la corriente por medio del roce con los anillos, de forma similar al tren eléctrico. Se agrega además el movimiento continuo de la mesa del paciente en un solo sentido, irradiando al paciente en forma helicoidal, logrando con esto cortes más finos, menor irradiación, no deja zonas sin barrer, permite reconstrucciones multiplanares, reconstrucciones tridimensionales y la navegación virtual. Estos avances en el método de obtención de imágenes por tomografía axial computada helicoidal, crea nuevos conceptos en el lenguaje técnico de la radiología (*Figuras 1 y 2*).

Pixel, del inglés *picture element*, elemento de la imagen. Es el resultado de la atenuación que sufren los rayos X al pasar por el tejido de un organismo y que al llegar al detector nos permite ver diferentes tonos de grises en la pantalla del monitor (*Figura 3*).

Voxel, del inglés *volumen element*, elemento de volumen. Es la unidad cúbica que compone un objeto tridimensional. Constituye la unidad mínima procesable de una matriz tridimensional y es por tanto el equivalente del píxel en un objeto 2D (*Figura 4*).

Las técnicas de representación de imágenes (*Rendering techniques*) o reconstrucción tridimensional de imágenes, con el volumen de datos obtenidos en un estudio de tomografía helicoidal, emplean los siguientes pasos como sigue:

1. Formación de volumen.
2. Clasificación.
3. Proyección de imagen.

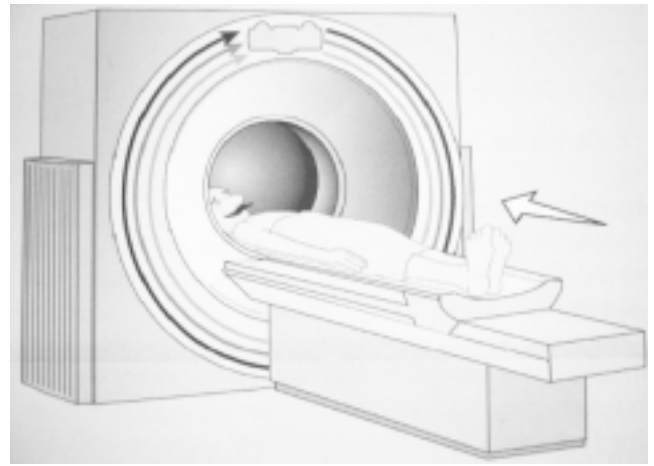


Figura 1. Tomografía axial computada.



Figura 2. Imagen de abdomen en corte axial obtenida por tomografía.

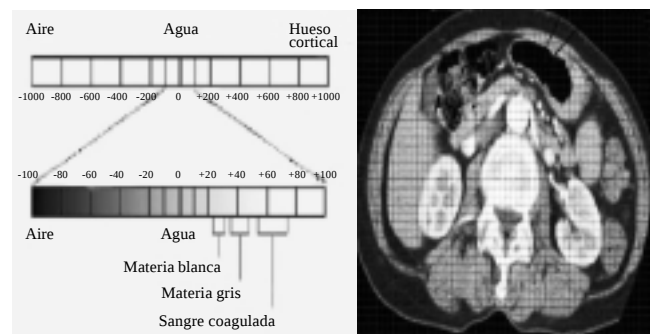


Figura 3. Pixel. Los diferentes tonos de grises representan un valor de atenuación y se conocen como Unidades Hounsfield (HU).

Formación de volumen: El voxel modifica su valor de opacidad.

Clasificación: Determina el tipo de tejido ubicado en cada voxel, son de tres tipos, grueso, suave o fino y hueso.

Proyección de imagen: Determinado por los valores umbrales: MPR, SSD, MIP y VR.

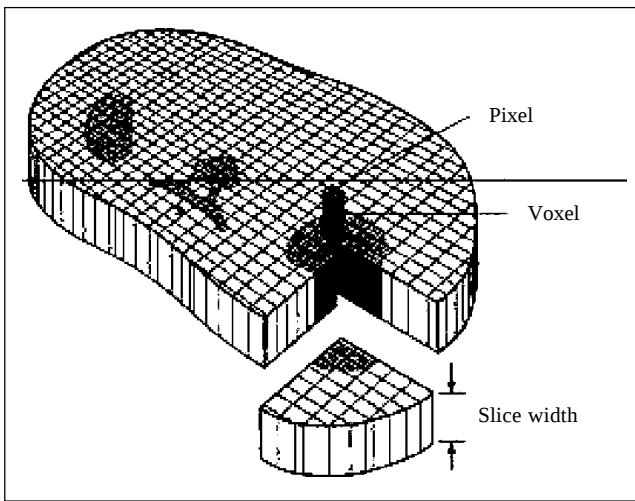


Figura 4. Voxel.

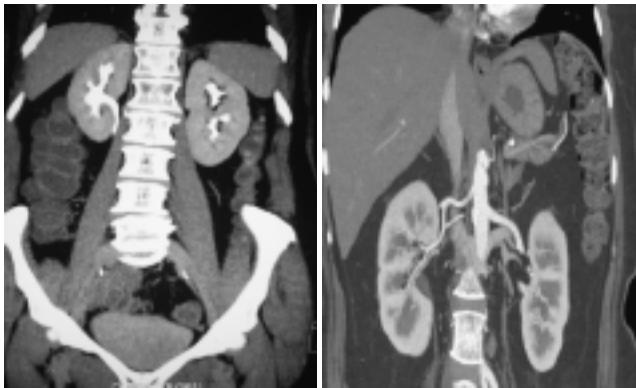


Figura 5. MIP (Maximum Intensity Projection). MIP se utiliza para evaluar las estructuras anatómicas que contienen contraste, como la Urotac o Angiotac.

MPR (Reconstrucción multiplanar). Es el proceso de usar los datos de imágenes axiales para crear cortes coronales y sagitales. Las técnicas de reconstrucción multiplanar más utilizadas son:

- **MIP** (Maximum Intensity Projection).
- **SSD** (Shaded Surface Display).
- **VR** (Volume Rendering).^{9,10}

MIP (Máxima Intensidad de Proyección): Puntos de máxima intensidad. Es una técnica de representación tridimensional que evalúa cada voxel a lo largo de una línea, desde el ojo del observador a través del volumen de datos y selecciona el valor máximo de voxel (Figura 5).

SSD (Shaded Surface Display): Superficie sombreada o representación de superficie. Es un proceso mediante el cual se determinan superficies aparentes en el interior del volumen de datos, utilizando menos de 10% del volumen de datos, obteniendo la imagen como si el objeto fuera totalmente opaco, por lo tanto, la imagen 3D vista con la reconstrucción

de superficie, muestra solo la parte externa del objeto, no pudiéndose analizar las estructuras internas del objeto estudiado (Figura 6).

VR (Volume Rendering): Representación de volumen. Esta técnica toma todo el volumen de datos y suma la contribución de cada voxel a lo largo de una línea desde el ojo del observador a través del volumen de datos y representa la composición resultante para cada píxel de la pantalla. El valor del píxel se obtiene considerando la representación de una variación de opacidades, se define opacidad como el grado en el cual la luz no puede penetrar en un objeto. Distintos valores de opacidad se asignan a los diferentes valores del voxel, lo cual puede representar las diferentes propiedades de los tejidos, como la densidad (Figura 7).

Perspective Volume Rendering (Immersive Rendering) o navegación virtual: Esta técnica polariza todos los valores del voxel en aire y sólido. Crea un punto de visión de una

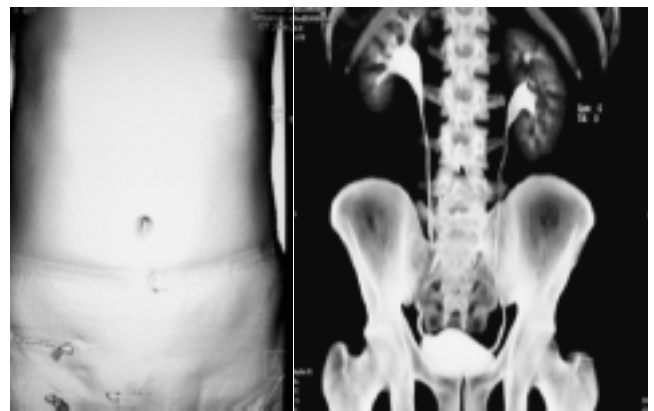


Figura 6. SSD Shaded Surface Display. Observamos la superficie del objeto sin poder valorar sus estructuras internas.



Figura 7. VR Volume Rendering. Distintos valores de opacidad se asignan a los diferentes valores del voxel, lo cual puede representar las diferentes propiedades de los tejidos.

distancia finita dentro de un lumen de una estructura anatómica (bronquios, colon, estómago, arteria, vía urinaria, etc.). Los rayos de luz proyectados son enfocados para converger en un punto de visión, simulando la convergencia de la luz natural en la retina humana (*Figura 8*).

Trabajos recientes hacen referencia a la utilidad de la navegación virtual, se han estudiado órganos como el estómago, colon, tráquea y bronquios, vejiga, estructuras vasculares, vía biliar y oído interno. Todos concluyen en que es una técnica que promete ventajas en cuanto a la valoración de lesiones pequeñas, valoración anatómica preoperatoria.¹⁻⁴

En el Hospital Central Militar la navegación virtual no se realiza como procedimiento de ayuda diagnóstica, ni se han realizado trabajos de investigación para demostrar su utilidad

Objetivo

Describir la técnica de ureteroscopia virtual en pacientes con patología urológica, así como la valoración anatómica de pelvis renal y uréteres. Describir hallazgos durante la navegación virtual. Crear un protocolo de ureteroscopia virtual con asignación de rangos numéricos mínimos y máximos de VRT y finalmente definir la patología urológica que precisará de navegación virtual.

Material y métodos

Se realizó un estudio observacional, descriptivo y transversal en 20 pacientes, 12 masculinos y ocho femeninos, con edades entre los 21 y 74 años, todos ellos con estudios previos de abordaje por el Servicio de Urología, sin poder determinar la causa de su patología actual. Se les solicitó urotomografía, por presentar dolor persistente a pesar de manejo médico y pacientes con hematuria per-

sistente o uropatía obstructiva de causa no determinada. La implementación de un protocolo de ureteroscopia virtual como técnica de exploración de la pelvis renal y uréteres, ayudaría a identificar la causa de dolor, hematuria o uropatía obstructiva, no determinadas por otros métodos de imagen. Para este estudio se utilizaron los instrumentos de medición como el Tomógrafo Somatom Sensation 16 marca Siemens con inyector automático Medrad marca VISTRON CT, así como el medio de contraste hidrosoluble IOPAMIRON 300 con concentración de Iodo de 300 mg/100 mL. Jelco No. 18 a 22 g (verde o azul) para permeabilización de una vena periférica, de preferencia vena del antebrazo, además de hojas de consentimiento informado de la aplicación del medio de contraste en donde se especificaron los beneficios y complicaciones del procedimiento (*Anexo A*).

Técnica

- Antes de iniciar el estudio se pide al paciente que orine y se coloca en posición decúbito supino, con las manos por arriba de la cabeza y se realiza el topograma para la fase nativa inicial. Las cajas incluirán en todas las fases a partir de las bases diafragmáticas hasta el nivel del coxis.
- Fase nativa: mAs 120, kV 120, con duración 10.8 segundos, retardo de 8 segundos y cortes cada 5 mm.
- Fase arterial: mAs 140, kV 120, duración 10.8 segundos, retardo de 55 segundos, con cortes cada 5mm. La programación del inyector se realizó con volumen de 130cc. de contraste, a una velocidad de 3.3 cm/seg. y con presión de 200 P. S. I.
- Fase venosa: mAs 140, kV 120, duración 10.8 segundos y retardo de 120 segundos, con cortes cada 5 mm.
- Terminando esta fase, se pasan 200 mL de solución Hartman o salina por la intravenosa en bolo y se pide al paciente que camine, dejando pasar 20 minutos entre la fase venosa y tardía.
- Se posiciona al paciente nuevamente en la mesa, en decúbito prono, para la obtención de la siguiente fase, con realización de un nuevo topograma con la nueva posición.
- Fase tardía: mAs 120, kV 120, retardo 8 segundos, duración de 10.8 segundos y cortes a 1mm.
- Se da por terminado el estudio y se inicia la reconstrucción de la fase tardía y la navegación virtual.

Procedimiento

La intención de vaciar la vejiga previo al estudio, la administración en bolo de 200 mL de solución salina o Hartman al término de la fase venosa y la deambulación de 20 minutos, es para lograr una adecuada dilución del medio de contraste con la orina en la pelvis, uréteres y vejiga. Normalmente, durante la fase venosa el reforzamiento de ambos

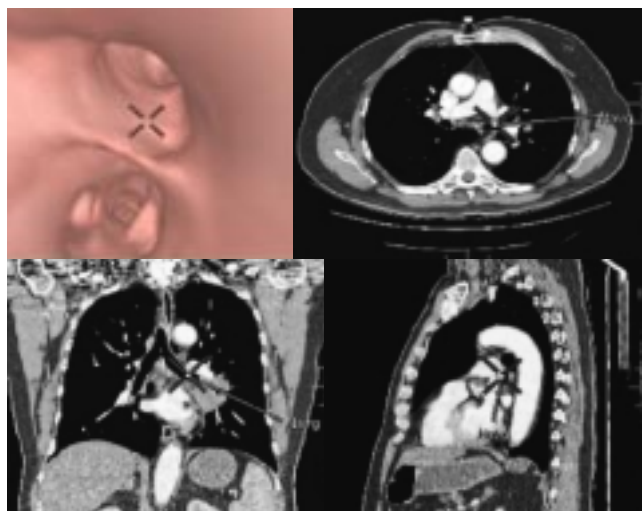


Figura 8. Perspective Volume Rendering (Immersive Rendering) o navegación virtual. Navegación virtual, polariza todos los valores del voxel en aire y líquido.

riñones es sincrónico, pero cuando hay sospecha de patología obstructiva unilateral o bilateral, el reforzamiento se presenta asincrónico, por lo que debemos aplicar en todos los pacientes el tiempo de 20 minutos entre la fase venosa y la de eliminación o tardía para asegurar la opacificación completa de ambos uréteres y vejiga. La posición en decúbito prono es siguiendo el principio del urograma excretor, de hacer compresión abdominal para lograr una adecuada repleción de ambos uréteres, lo cual se convierte en el objetivo principal del presente estudio para poder realizar la navegación virtual.

El primer paso realizar reconstrucciones multiplanares en cortes coronal, sagital y VR, analizando las diferentes fases del estudio y describir los hallazgos, identificando patologías como litiasis residual, variantes anatómicas del uréter o de la pelvis renal (Figuras 9, 10 y 11).

El segundo paso es abrir la fase tardía con cortes a 1mm. en la ventana de 3D, una vez abierto seleccionamos la op-

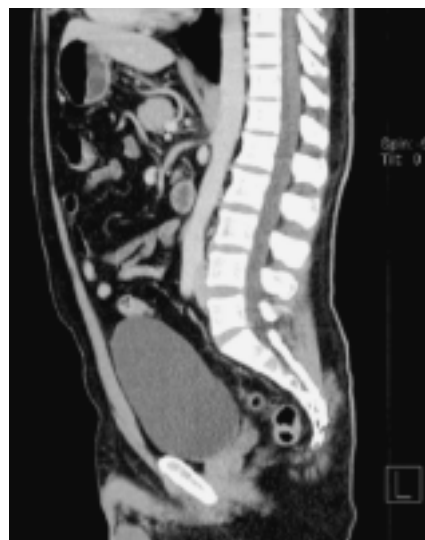


Figura 11. Reconstrucción multiplanar sagital.



Figura 9. Reconstrucción multiplanar en fase venosa.

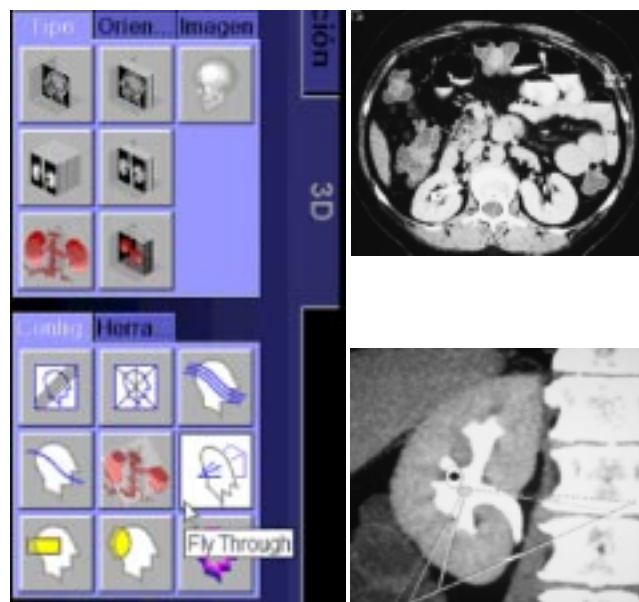


Figura 12. Navegador virtual.

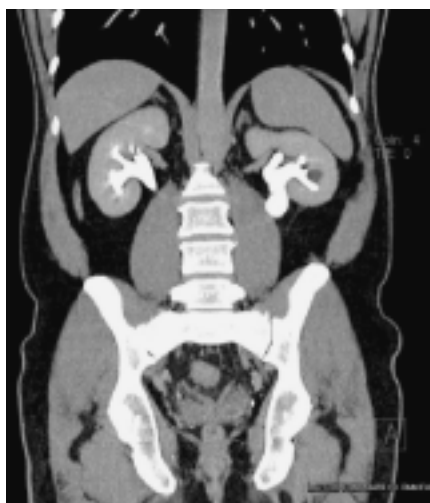


Figura 10. Reconstrucción multiplanar en fase tardía.

ción de ROI ubicada en la caja de herramientas, para la medición de la densidad del medio de contraste eliminado por el riñón, colocando el ROI en el tercio proximal del uréter, delimitando al área de medición a 0.22 sq.cm, obteniendo la densidad mínima y máxima, densidad promedio, pixeles y DS. El tercer paso es abrir la pestaña de 3D, en donde ubicamos varios menús, en el de configuración ubicamos el Fly Through, que es el navegador virtual; lo colocamos en la unión pieloureteral (Figura 12).

El cuarto paso es la definición del VR para navegar, cuando activamos el Fly Through, el VR determinado en brillante y lo modificamos ubicando la pestaña TIPO ubicada en la barra de tareas de la parte superior de la pantalla, se selecciona en el menú DEFINICION DE VRT para abrir la gráfica de valores mínimos y máximos de brillo y opacidad del

VRT, haciendo click en UROTAC, lo que nos permitirá visualizar el uréter, eliminando el medio de contraste, los valores mínimos y máximos se registran haciendo la correlación con la densidad promedio del medio de contraste. Esto es importante para detectar cuerpos extraños dentro del uréter como coágulos o litos residuales con densidades diferentes al medio de contraste (Figura 13).

Antes de iniciar la navegación se abre la cámara de video CAMTASIA ubicada en el menú de pupitre de mando de la pestaña aplicaciones de la barra de tareas, delimitando el área para grabar, cuidando de respetar los datos personales del paciente (Figura 14). Para delimitar el área que vamos a grabar, hacemos click en Región, del menú Imput de la pestaña de Capture de la grabadora CAMTASIA, para activar el botón rojo de Record, en donde aparece la manita, con la cual delimitamos el área de navegación (Figura 15). Con el botón de la derecha del mouse, se selecciona navegación automática, y con el botón de la izquierda presionado se inicia la navegación virtual z.

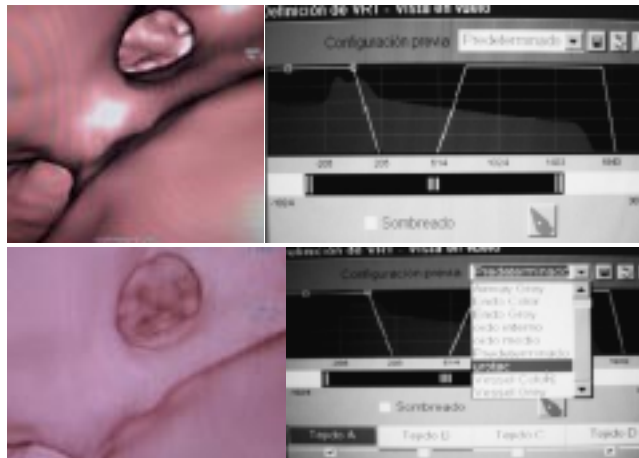


Figura 13. Definición de VR.

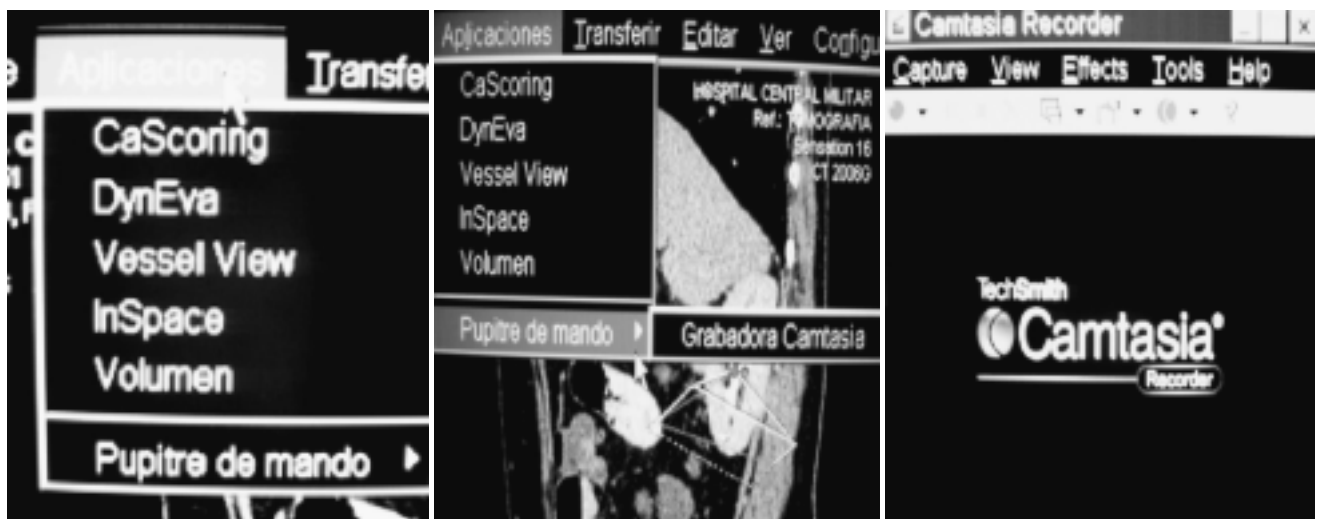


Figura 14. Cámara CAMTASIA.

Para ver las grabaciones, activamos en la barra de herramientas de CAMTASIA, la pestaña VIEW, para ubicar el menú de Recent files (Figura 17).

Criterios de inclusión:

- Pacientes referidos por residente o adscrito de urología, todos con estudios previos de protocolo de abordaje según patología urológica referida.
- Pacientes que aceptaron realizarse el estudio y que firmaron la hoja de consentimiento informado.
- Pacientes con creatinina normal.

Criterios de exclusión:

- Pacientes con creatinina anormal.
- Pacientes que no aceptaron el procedimiento.
- Pacientes embarazadas.

Resultados

El total de pacientes incluidos en el presente estudio es de 20, todos con indicación de su médico tratante de realizarse urograma excretor. Catorce pacientes con cuadro clínico de dolor persistente a pesar de manejo con hidratación y analgésicos, radiografías sin imagen de calcificaciones o estudios de urograma excretor no concluyentes, tres pacientes con sospecha de estenosis versus obstrucción por mostrar dilatación de la pelvis renal o urograma excretor no concluyente, dos pacientes con hematuria y uno con masa vesical como estudio de control y valoración de extensión de la masa vesical.

Los hallazgos de la urotomografía fueron los siguientes:

- 11 pacientes presentaron litiasis (dos con litiasis renal, nueve litiasis ureteral)
- Cinco fueron variantes anatómicas (uno riñón en herradura, uno bucle de uréter, dos con asa urete-



Figura 15. CAMTASIA.



Figura 16. Navegación virtual.

ral, uno con compresión extrínseca por estructura vascular), uno enfisema ureteral y tres normales.

A continuación se muestran imágenes de urotomografía y navegación virtual demostrando los hallazgos observados más representativos con un breve resumen del cuadro clínico de la patología del paciente:

Caso 1. Masculino 20 años de edad con cólico renal izquierdo con radiografía simple de abdomen normal, el USG muestra dilatación del uréter proximal izquierdo (*Figura 23*). Se realiza tomografía observando dilatación pieloureteral por variante anatómica del uréter, reconstrucción con VRT y navegación virtual (*Figura 18*).

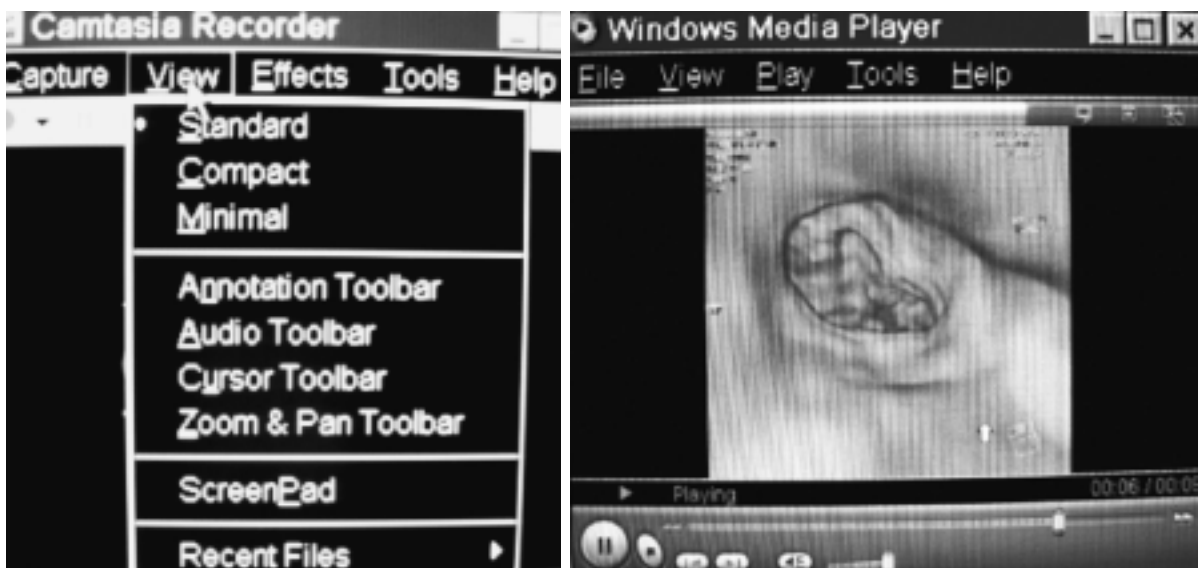


Figura 17. Recent files.



Figura 18. Caso clínico 1. Variante anatómica.

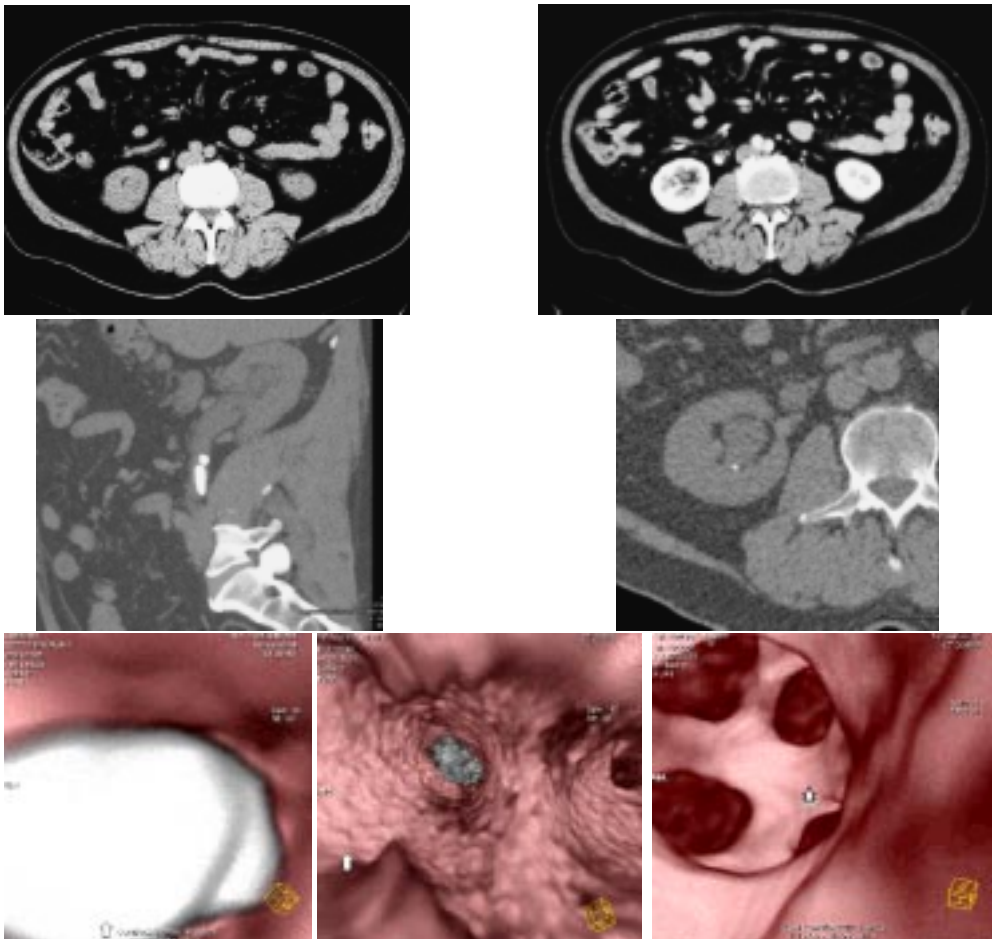


Figura 19. Caso clínico 2. Litiasis renal.

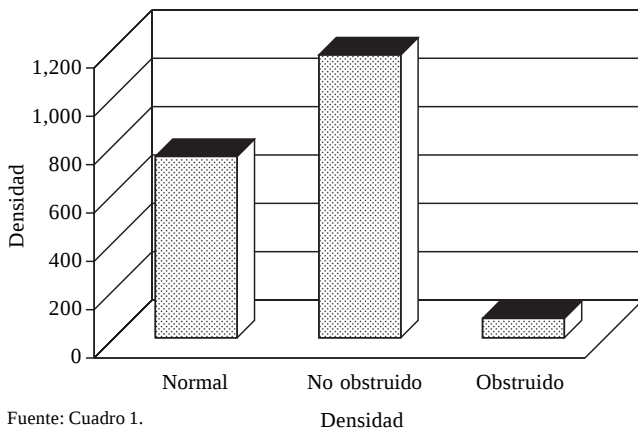


Figura 20. Densidad promedio de los grupos.

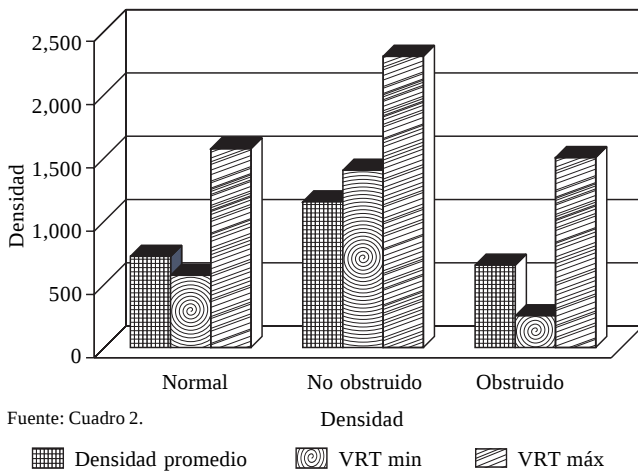


Figura 21. Relación densidad/VRT mínimo y VRT máximo.

Caso 2. Masculino de 61 años con cólico renal derecho secundario a obstrucción por lito a nivel de la unión pieloureteral y litiasis renal. Observamos el lito en uréter proximal en fase simple y en las reconstrucciones multiplanares, así como la litiasis en la ureteroscopia virtual de la pelvis (Figura 19).

Con base en los hallazgos y datos numéricos, se dividieron los pacientes en dos grandes grupos para su estudio, con-

siderando ambos riñones por paciente: pacientes obstruidos y pacientes no obstruidos.

Los pacientes obstruidos presentaban dolor tipo cólico, ectasia o hematuria y se demostró obstrucción del uréter por litiasis (Anexo B). Los pacientes no obstruidos presentaban dolor, ectasia de la pelvis o sospecha de estenosis, con hallazgo de variante anatómica (Anexo C). Los dos grupos restantes, integran los pacientes normales y parcialmente obstruidos. Los pacientes parcialmente obstruidos mostraban dolor o ectasia de la pelvis renal con demostración de litiasis en su trayecto ureteral que permitía el paso del medio de contraste hacia la vejiga (Anexo D). De cada paciente se tomó en cuenta el riñón contra lateral sano, sin evidencia de patología urológica y se registraron como normales o grupo control (Anexo E). Entre estos cuatro grupos se observaron las siguientes características:

Densidad

Se tomaron las densidades promedio de los cuatro grupos, observando diferencias entre ellos, siendo mas marcado en el grupo de obstruidos y no obstruidos, como lo demuestra el cuadro 1 y figura 20. No se incluyen los pacientes de parcialmente obstruidos por ser solo dos casos.

Relación densidad: VRT mínimo y VRT máximo

Veamos ahora el comportamiento de los valores mínimos y máximos del VRT empleado en la navegación virtual y su relación con la densidad obtenida del medio de contraste (Cuadro 2 y Figura 21).

Discusión

Podemos plantear la pregunta: ¿Hay diferencia entre las densidades promedio de los pacientes obstruidos de los no obstruidos? Gráficamente observamos que los pacientes obstruidos tienen menor densidad respecto de los no obstruidos por la disminución en la eliminación del medio de contraste en el riñón obstruido, esto se refuerza con la valoración de la fase venosa en donde el reforzamiento de ambos parénquimas renales es asincrónico precisamente por la obstrucción. Aplicamos la *t* Student en-

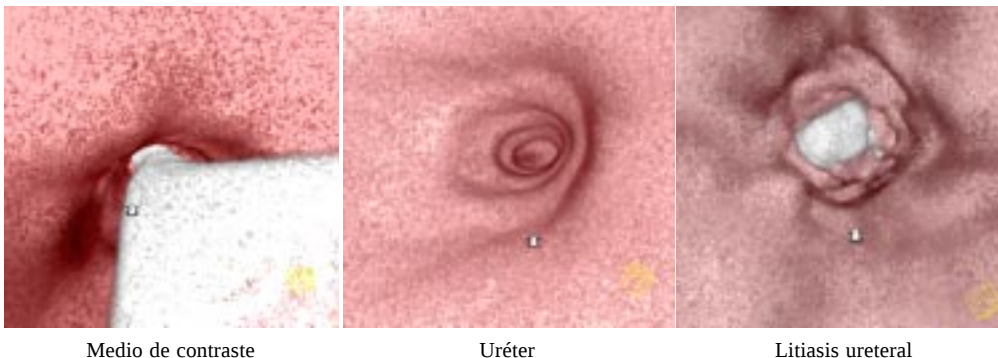


Figura 22.

Cuadro 1. Densidad promedio de los grupos.

Grupo	Densidad promedio
Normal	716.3666667
No obstruido	1145.263
Obstruidos	661.1286

Cuadro 2. Relación entre densidad promedio y VRT mínimo y máximo promedios entre los grupos.

Grupos	Densidad promedio	VRT mínimo promedio	VRT máximo promedio
Normal	716.3666667	591.06667	1574.9333
No obstruido	1145.263	1375.688	2326.813
Obstruido	661.1286	295.4286	1466

Cuadro 3. T Student no pareada entre obstruidos y no obstruidos.

Grupos	No obstruido	Obstruido
Densidad/VRT min	P 0.4130	P 0.3470
Densidad/VRT max	P < 0.0001	P < 0.0467

tre estos dos grupos, como variables no pareadas para valorar si hay diferencia estadística significativa, encontrando una P de 0.0086 por lo tanto representa una diferencia significativa ($P < 0.05$), con una diferencia para el grupo de los no obstruidos de 1145 ± 96.50 y de los obstruidos de 661 ± 121.5 .

La siguiente pregunta que planteamos es si ¿Hay diferencia estadística significativa entre los umbrales de los obstruidos de los no obstruidos? La computadora del tomógrafo contempla valores mínimos y máximos de VRT, por lo que valoramos por separado la relación entre la densidad y los VRT mínimos y después con los VRT máximos entre los dos grupos, los resultados se presentan el *cuadro 3*.

Del cuadro 3 podemos inferir que los valores máximos del VRT tienen diferencia estadística significativa tanto en los obstruidos y los no obstruidos, no así los VRT mínimos. Por lo tanto, la densidad tiene influencia sobre el va-

lor máximo de VRT para poder hacer la Ureteroscopia virtual (*Figura 22*).

Conclusiones.

El realizar la ureteroscopia virtual con apego a las indicaciones técnicas descritas en el presente estudio, haciendo énfasis en la obtención de una adecuada fase tardía con repleción de pelvis, uréteres y vejiga es la clave para un buen estudio de ureteroscopia virtual.

Es interesante conocer que la densidad del medio de contraste influye para determinar el valor mínimo y máximo del VRT para la navegación virtual, así también que la densidad disminuye o aumenta si hay obstrucción o no en el uréter; por lo anterior, cuando obtengamos densidades disminuidas que sugieren obstrucción en un paciente no obstruido, estaremos pensando en la posibilidad que el riñón estudiado tenga indicios de daño temprano en su función o que existe la posibilidad de que una variante anatómica como un asa o bucle estén haciendo efecto obstructivo pasivo y afecte la función renal en forma progresiva.

Definitivamente la fase simple es el estudio ideal para identificar litiasis en los uréteres, pero con la navegación virtual podemos observar la ubicación, forma y tamaño del lito, características del urotelio, anatomía de la pelvis renal y la unión pieloureteral, vejiga y sitio de inserción de uréteres a la vejiga.

Referencias

1. Kim JK, Cho KS. CT urography and virtual endoscopy: Promising imaging modalities for urinary tract evaluation. *British Journal of Radiology* 2003; 76: 199-209.
2. Song JH, FRANCIS RI. Bladder tumor detection at virtual cystoscopy. *Radiology* 2001; 218: 95-100
3. Joffe SA, Servaes S. Multi-detector row CT urography in the evaluation of hematuria. *RadioGraphics* 2003; 23: 1441-56.
4. Jung HK, Hyo WE. Imaging of various gastric lesions with 2D MPR and CT gastrography performed with multidetector CT. *RadioGraphics* 2006; 26: 1101-18.
5. Bosch OE. Sir Godfrey Newbold Hounsfield y la tomografía computada, su contribución a la medicina moderna. *Revista Chilena de Radiología* 2004; 10(4): 183-5.
6. Escobar V, Aristizabal E. Sistemas de reconstrucción tridimensional (3D), programa de ingeniería biomédica. Escuela de Ingeniería de Antioquia-Instituto de Ciencias de la Salud.

Anexo A. Consentimiento informado.

Secretaría de la Defensa Nacional.
Dirección General de Sanidad.
Hospital Central Militar.

Documento de consentimiento válidamente informado

En caso de tratarse de un menor de edad o de un paciente que se encuentre en estado de incapacidad transitoria o permanente o que su situación legal no puede expedir el consentimiento libremente, la autorización será suscrita por el familiar más cercano, tutor o representante legal.

Datos personales

Grado y nombre del paciente: _____

Matrícula: _____ Edad: _____ sexo: _____ Teléfono: _____

Domicilio: _____

Nombre de la persona que recibió la información y da el consentimiento: _____

Médico tratante: _____ Matrícula: _____

Diagnóstico: _____

Plan de manejo: **Administración del medio de contraste**Resultados esperados: **Visualización radiológica de las estructuras que absorben o permiten el paso del medio de contraste en su interior**Riesgos y complicaciones: **Anafilaxia leve:** desde prurito y eritema, **Moderadas:** desde vómito y náuseas. **Severas:** pérdida de la conciencia, alteraciones de la presión arterial y problemas respiratorias que podrían incluso causar la muerte.

Acepto el procedimiento: Sí _____ No _____

Autorizo:

que se me realice el procedimiento planeado denominado: _____

Anexo B. Pacientes obstruidos con densidades y VRT.

Pte.	Edad	Dens. Min.	Dens. Max.	Datos numéricos por riñón		DS	Píxeles	VRT min	VRT max.
				Área	Promedio				
2	74	1117	2250	0.22	573	21	277	-1006	181
6	50	265	702	0.22	521.2	112	333	519	1743
9	30	755	1338	0.23	1184.6	120	102	-1006	181
18	37	204	313	0.22	264.5	23	240	600	1875
25	61	671	862	0.22	790.2	41	37	1110	2229
30	60	329	410	0.22	378.3	18	154	569	1744
39	36	841	986	0.22	916.1	35	211	1282	2309

Anexo C. Pacientes no obstruidos (con variante anatómica).

Pte.	Edad	Dens. Min.	Dens. Max	Datos numéricos por riñón		DS	Píxeles	VRT min	VRT max
				Área	Promedio				
3	74	657	1975	0.21	1728.2	312	104	1796	2929
8	24	1513	1687	0.22	1594.1	48	372	2413	3071
10	30	91	2131	0.23	1448.2	640	102	1790	3065
13	34	921	1169	0.22	1056.6	56	240	1404	2567
14	34	647	883	0.22	754.8	54	240	1220	2296
15	27	1029	1191	0.22	1125.3	42	405	2778	2893
16	27	1434	2100	0.22	1766.9	173	405	2124	2923
19	20	1428	1712	0.22	1547.1	67	300	-1006	181
20	20	864	1340	0.22	1040.9	117	300	1829	2868
21	54	632	857	0.22	757.6	57	512	1263	1927
22	54	511	695	0.22	584.3	45	512	987	2060
31	79	1179	1277	0.22	1221.8	23	154	1368	2173
33	20	587	777	0.22	675	43	194	1601	2529
34	20	789	1041	0.22	925	62	194	2026	3032
38	26	177	1145	0.22	800.7	252	248	-1024	200
40	36	1241	1363	0.22	1297.7	27	211	1442	2515

Anexo D. Pacientes parcialmente obstruidos.

Pte.	Edad Min.	Dens. max.	dens.	Datos numéricos por riñón		DS	pixeles min	VRT max	VRT
				área	promedio				
7	24	1511	1702	0.22	1601.1	47	372	2420	3071
23	21	1152	1618	0.22	1465.1	98	300	2216	3019

Anexo E. Riñones sanos como grupo control.

Pte.	Edad	Dens. Min.	dens. Max.	Datos numéricos por riñón		DS	pixeles	VRT min	VRT max
				área	promedio				
1	74	1847	2591	0.22	1608	35	277	1897	2976
4	74	480	635	0.21	566.6	33	104	942	1729
5	50	633	895	0.22	859.2	43	361	913	1823
11	78	297	481	0.22	418.7	38	200	-1006	181
12	78	-11	428	0.22	267.3	117	200	-970	142
17	37	270	633	0.22	544.8	79	240	1103	2179
24	21	1241	1498	0.22	1395.4	56	300	1998	3071
26	61	329	1390	0.22	1058.8	265	37	1583	2708
27	75	-25	506	0.22	387.4	134	188	642	1917
28	75	219	580	0.22	489.3	62	188	1024	1460
29	60	386	514	0.22	450.2	27	154	747	1626
32	79	1025	1345	0.22	1258.3	55	154	1442	2309
35	49	205	326	0.22	278.2	28	46	421	1110
36	49	249	341	0.22	281.1	17	45	-1006	181
37	26	801	957	0.22	882.2	429	248	-864	212

