

Original

Telepatología en Internet: optimización de la transmisión de imágenes con líneas de telefonía convencional

L. Alfaro¹, M.J. Roca², E. Poblet⁵, A. Froufe³ y M. Rayón⁴

Servicios de Anatomía Patológica, ¹Clínica Virgen del Consuelo, ²Hospital Lluís Alcanyis, Xàtiva, ³Hospital 9 de Octubre, ⁴Hospital La Fe, Valencia, y ⁵Hospital de la Marina Baixa-Villajoyosa, Alicante.

SUMMARY

The great diffusion of the Internet provides an excellent means of communication between pathologists. The application of telepathology systems to the Internet has to take into account the limitations of communication lines, which in most cases are based on conventional telephone lines. In these conditions, transmission of real time video with acceptable quality is practically impossible. In order to take advantage of the maximum the bandwidth available in the connections to the Internet, we have developed a system of telepathology based on the sequential transmission of static images, with rates of up two images per second. It makes it possible to have a very simple and low cost system for consultation of cases, in addition to many other possible applications. Rev Esp Patol 1998; 31(2): 121-126.

Key words: Telepathology - Internet - Transmission of images

RESUMEN

La gran difusión de la red Internet proporciona un excelente medio de comunicación a distancia entre patólogos. La aplicación de los sistemas de telepatología a Internet ha de superar las limitaciones de las líneas de comunicación, basadas en la mayor parte de los casos en líneas telefónicas convencionales. En esas condiciones resulta prácticamente imposible la transmisión de secuencias de vídeo en tiempo real, con calidad aceptable. Para aprovechar al máximo el ancho de banda disponible en las conexiones a Internet, hemos desarrollado un sistema de telepatología basado en la transmisión secuencial de imágenes estáticas, con tasas de hasta dos imágenes por segundo. Ello permite disponer de un sistema de consulta de casos, entre otras numerosas aplicaciones posibles, de gran sencillez y bajo coste. Rev Esp Patol 1998; 31(2): 121-126.

Palabras clave: Telepatología - Internet - Transmisión de imágenes

INTRODUCCIÓN

La telepatología ha adquirido en los últimos años un considerable desarrollo y difusión (1). Se han puesto en

funcionamiento diversos sistemas con prestaciones muy variadas (2). Los equipos más complejos permiten la transmisión de secuencias de vídeo en tiempo real e incluso la interacción a distancia sobre el microscopio

Por otro lado la eficacia y reproducibilidad en los diagnósticos de estos sistemas se ha cuestionado (15).

El sistema que hemos desarrollado aprovecha al máximo el ancho de banda disponible. Se trata de utilizar los 33,6 Kb/s de forma continua. La compresión gráfica en formato .jpg permite obtener imágenes con una resolución de 640 × 480 píxels, manteniendo una calidad aceptable, y de un tamaño entre 15 y 30 Kb, por lo que en principio podemos transmitir al menos una imagen por segundo. Utilizando resoluciones un poco menores (320 × 200, 400 × 300 o 480 × 360) la tasa de transferencia puede ser incluso superior a dos imágenes por segundo. Desde luego no se trata de secuencias de vídeo, pero el poder transmitir y recibir hasta dos imágenes (estáticas) por segundo supone una espectacular mejora con relación a recibir en nuestro buzón de e-mail unas cuantas imágenes inconexas.

El *software* que permite la transmisión en las condiciones señaladas se utiliza extensamente en Internet en las llamadas *WebCam*. Sin embargo, no hemos encontrado una descripción previa de su aplicación a un sistema de telepatología. Para conseguir una auténtica comunicación entre emisor y receptor hemos optado por dedicar por completo la línea de Internet a la transmisión de imágenes, mientras se establece simultáneamente otra conexión telefónica con voz.

El sistema descrito, aun sin disfrutar de las prestaciones de los complejos y costosos equipos modernos de telepatología, permite disponer de manera extremadamente sencilla (Tabla 2), de un procedimiento eficaz de transmisión de información gráfica, de un medio de consulta y discusión de casos a distancia, y de todas las aplicaciones que se pueden desarrollar por medio de la telepatología.

BIBLIOGRAFÍA

- Weinstein RS, Bhattacharyya AK, Graham AR, Davis JR. *Telepathology: A ten-year progress report*. Hum Pathol 1997; 28: 1-7.
- Callas PW, Leslie KO, Mattia AR y cols. *Diagnostic accuracy of a rural live video telepathology system*. Am J Surg Pathol 1997; 21: 812-819.
- Nordrum I, Eide TJ. *Remote frozen section service in Norway*. Arch Anat Cytol Pathol 1995; 43: 253-256.
- Oberholzer M, Fischer HR, Christen H y cols. *Telepathology: Frozen section diagnosis at a distance*. Virchows Arch 1995; 426: 3-9.
- Siderfin CD, Haston W, Milne AH. *Telemedicine in the British Antarctic Survey Medical Unit*. J Telemed Telecare 1995; 1: 63-68.
- Nordrum I, Engum B, Rinde E y cols. *Remote frozen section service: A telepathology project in northern Norway*. Hum Pathol 1991; 22: 514-518.
- Halliday BE, Bhattacharyya AK, Graham AR y cols. *Diagnostic accuracy of an international static-imaging telepathology consultation service*. Hum Pathol 1997; 28: 17-21.
- Raab SS, Robinson RA, Snider TE y cols. *Telepathologic review: Utility, diagnostic accuracy, and interobserver variability on a difficult case consultation service*. Mod Pathol 1997; 10: 630-635.
- Weinstein LJ, Epstein JI, Edlow D, Westra WH. *Static image analysis of skin specimens: The application of telepathology to frozen section evaluation*. Hum Pathol 1997; 28: 30-35.
- Weinstein MH, Epstein JI. *Telepathology diagnosis of prostate needle biopsies*. Hum Pathol 1997; 28: 22-29.
- Ferrer-Roca O. Análisis de Imagen y Telepatología. "Curso Corto" en XVII Congreso Nacional de la Sociedad Española de Anatomía Patológica, Barcelona 27-30 de abril de 1995.
- Della Mea V, Puglisi F, Bonzanini M y cols. *Fine-needle aspiration cytology of the breast: A preliminary report on telepathology through Internet multimedia electronic mail*. Mod Pathol 1997; 10: 636-641.
- Della Mea V, Forti S, Puglisi F y cols. *Telepathology using Internet multimedia electronic mail: Remote consultation on gastrointestinal pathology*. J Telemed Telecare 1996; 2: 28-34.
- Weinberg DS, Allaert FA, Dusserre P y cols. *Telepathology diagnosis by means of digital still images: An international validation study*. Hum Pathol 1996; 27: 111-118.
- Mairinger T, Gschwendtner A. *Telecytology using preselected fields of view: The future of cytodagnosis or a dead end?* Am J Clin Pathol 1997; 107: 620-621.

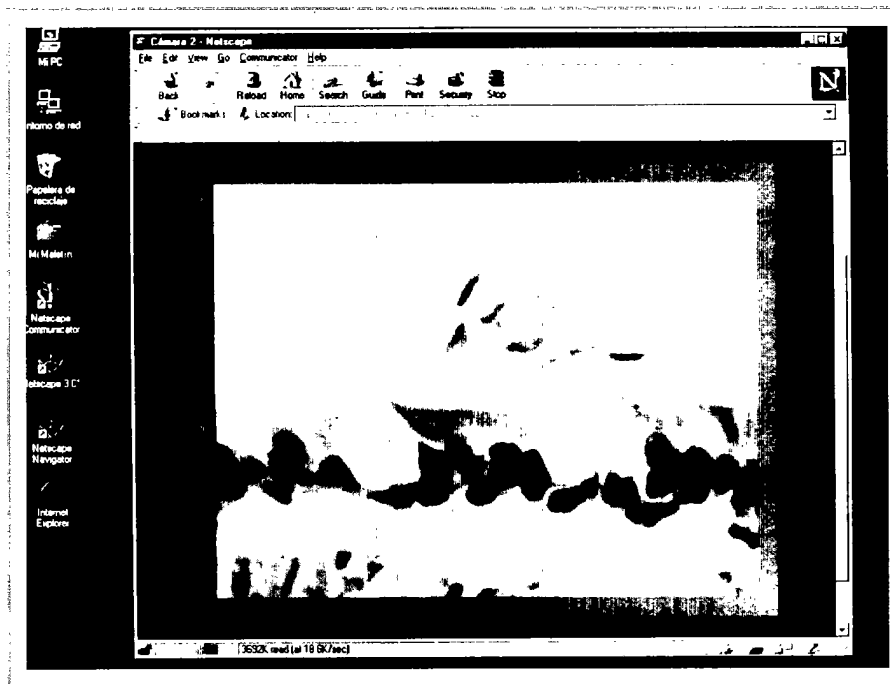


Figura 1. Pantalla del ordenador receptor. Resolución del monitor 1024 × 768. Resolución de la imagen 640 × 480 (caso: giardiasis intestinal).

en el navegador del ordenador remoto se teclea la dirección IP del servidor localizado en el ordenador emisor. Ello conduce a un página web que dispone de un marco de imagen con resolución de 640 × 480 (Fig. 1). La pantalla del ordenador emisor tiene en una ventana la imagen que llega directamente del microscopio, y en otra ventana con un navegador de Internet, la misma página donde se envían las imágenes para comprobar en tiempo real exactamente lo que está viendo el receptor (Fig. 2). A partir de aquí y gracias a la conexión telefónica simultánea la interacción es total y el caso estudiado se puede comentar en tiempo real así como el desplazamiento de la preparación en el microscopio, el cambio de aumento, o el cambio de resolución de la imagen. En el caso de disponer de una RDSI es posible sustituir la conexión telefónica con voz por un sistema de telefonía en Internet (*Netmeeting, Netscape Conference, Internet phone, VDOphone, etc.*) a través del segundo canal de la RDSI, lo que abarata la conexión al realizarse en modo de llamada local.

En las conexiones a Internet se empleó preferentemente como navegador las versiones 3 o 4 de Netscape, que admiten la tecnología *Server Push*, es decir, la actualización de la imagen en el mismo momento que se recibe. Ello permite una transición suave entre las imágenes

sin pausas entre cada una. Hemos diseñado una página web alternativa para funcionar con el navegador MS Explorer. Este navegador no admite el refresco automático de la imagen; por ello la página se diseña de forma que se recarga cada 5-10 segundos. Para ello simplemente se inserta el siguiente código HTML en la página web: `<META HTTP-EQUIV="Refresh" CONTENT="5">`

En este caso la transición de imágenes es más abrupta y a intervalos fijos, por lo que se reserva únicamente para conexiones en que el receptor no disponga de Netscape como navegador.

El código necesario para generar las páginas web es extremadamente sencillo. Se expresa un ejemplo en la Tabla 1. El aspecto fundamental es configurar la dirección del servidor y el puerto a través del que se envían las imágenes y que ha de coincidir con el especificado en el programa WebCam32.

La utilización de un servidor propio de Internet para el envío de las imágenes no es imprescindible. Se ha utilizado exclusivamente para reducir al mínimo la distancia que recorren las imágenes entre el emisor y el receptor (Fig. 3). El sistema funciona igualmente enviando las imágenes desde el ordenador emisor a una página web situada en cualquier servidor de Internet. Hemos probado este sistema alternativo con un servidor gratuito de páginas web situado en Estados Unidos (Geocities, <http://>

INTRODUCCIÓN

Vivimos una etapa de la medicina en la cual los grandes avances en la técnica médica y diagnóstica buscan una mayor calidad del quehacer profesional. Esta situación favorece al médico en cuanto que le impulsa a marcarse unas metas cada vez más altas y crecer en el afán de saber más y aplicarlo a nuestra práctica. Pero a la vez implica una mayor exigencia por parte de los pacientes que esperan un diagnóstico rápido, eficaz y sin error. Ello viene agravado por el acceso que los mismos tienen a una mayor información.

Por otro lado, el factor económico y la cuantía de cualquier método diagnóstico va copando los criterios de calidad y eficiencia médica, a la vez que se cuestiona grandemente la necesidad de cualquier gasto que no sea justificado o no dé los resultados que se esperan. También es conocido el auge de las denuncias legales ante cualquier actuación médica, y que el paciente interprete que haya sufrido alguna seria repercusión.

Actualmente es frecuente que enfermos con cáncer acudan a centros hospitalarios en busca de una segunda opinión o un tratamiento alternativo, que lleva a una solicitud por parte del clínico de confirmar el diagnóstico previo por el propio servicio de anatomía patológica antes de su actuación. Entre los patólogos hay que añadir la facilidad, y por ello la frecuencia, con que nos intercambiamos casos en busca de un diagnóstico o una técnica necesaria para la correcta interpretación de las biopsias estudiadas.

En este marco de circunstancias, se ha querido realizar un estudio de dichas biopsias remitidas por otros centros, para valorar la concordancia y/o discrepancias que existen entre el diagnóstico previo y aquel al que llegamos en nuestra revisión, así como aquellos parámetros que pueden tener una relación significativa con la ausencia o no de conformidad entre ambas conclusiones. Todo sin que ello presuponga que el diagnóstico es el correcto, ya que, como bien se sabe, la lesión es objetiva pero la interpretación no puede alejarse de la subjetividad.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se ha realizado un estudio retrospectivo de 353 biopsias de otros centros que abarca desde enero de 1996 hasta diciembre de 1997.

Durante estos 2 años se ha ido registrando en el momento en que llegaba el material para el estudio, el número asignado a la biopsia, el doctor solicitante, el lugar de procedencia y el diagnóstico acompañante.

Los diagnósticos han sido realizados por un patólogo del departamento. Los casos en que se planteaba una posible discrepancia o duda diagnóstica han sido posteriormente revisados y confirmados en sesión intradepartamental.

Aunque en algunos casos se haya solicitado una ampliación de datos clínicos respecto a los que han quedado recogidos en las hojas de petición, se ha querido partir de los datos que llegan primariamente acompañando la petición del estudio anatomopatológico.

Los datos se han estudiado estadísticamente con el programa SPSS para Windows. Los parámetros estudiados y las categorías respectivas con los valores numéricos asignados a cada uno de ellos son los siguientes:

– Datos informativos que se reciben:

- 0: No se recibe el diagnóstico anatomopatológico de origen.
- 1: Se recibe únicamente el diagnóstico previo.
- 2: Se recibe informe anatomopatológico completo.

– Material recibido para la consulta diagnóstica: en este apartado se ha tenido en cuenta el tipo de muestra recibido (biopsia o citología) y el soporte y tinciones aportadas para un diagnóstico más completo, así como la posibilidad de aplicar o no nuevas técnicas al material enviado. Lógicamente, sólo si se recibe el bloque de parafina o portas sin teñir se pueden hacer nuevos estudios no aportados previamente, en caso de que fueran necesarios y/o útiles para un diagnóstico definitivo. A cada uno de los parámetros se le asignan dos categorías con los valores 1 (“sí”) y 2 (“no”).

- Bloque de parafina.
- Citología.
- Portas con hematoxilina-eosina (HE).
- Portas con otras tinciones de citoquímica.
- Portas sin teñir.
- Tinciones de inmunohistoquímica (IHQ).

Dentro del material se incluye también aquellos casos en que se recibe tejido sin procesar, especificando las categorías en 1: tejido fijado en formol; 2: tejido fijado e incluido en parafina (bloque o porta); 3: tejido

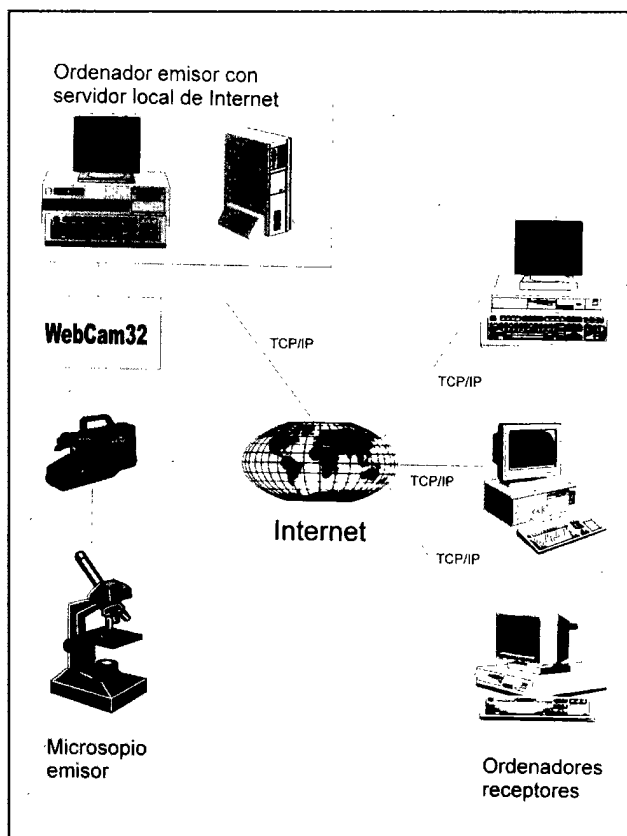


Figura 3. Esquema del funcionamiento del sistema con el recorrido que siguen las imágenes.

gicos efectuados mediante sistemas remotos, incluso para estudios intraoperatorios con muestras en congelación (7-10).

La heterogeneidad de estos sistemas hace difícil establecer criterios globales de eficacia. Especialmente cuando no sólo influyen factores técnicos de resolución o calidad en la transmisión de imágenes, sino también del entrenamiento de los patólogos en el manejo y diagnóstico a través de imágenes digitalizadas (11).

El empleo de la red Internet como sistema de telepatología reduce las posibilidades de intercambio de imágenes de alta calidad. Las tasas de transferencia que permiten las líneas de telefonía convencional son únicamente de 33,6 Kb/s o en condiciones óptimas 56 Kb/s. Con estas condiciones resulta imposible emplear secuencias de vídeo en tiempo real. La sensación de movimiento en el vídeo se consigue con secuencias de entorno a 25-30 imágenes por segundo. Y aunque las técnicas de compresión de imagen han logrado grandes avances, la transmisión por vídeo requiere disponer al menos de una triple RDSI o preferentemente una cuádruple RDSI con anchos de banda de 384 o 512 Kb/s.

La utilización Internet, con líneas de telefonía convencional, obliga, pues, al empleo de imágenes estáticas en nuestro sistema de telepatología. La forma más sencilla de realizar esto es escoger las imágenes a transmitir, comprimirlas en un formato gráfico adecuado, principalmente .gif o .jpg, y enviarlas por e-mail a nuestro destinatario (12, 13). Esto se halla lejos de las condiciones ideales de un sistema de telepatología en que al margen de la calidad de las imágenes es muy importante una auténtica interacción entre el emisor y el receptor (14).

Tabla 2. Instalación simplificada del sistema de telepatología.

1. Preparación de equipo emisor necesario (*hardware*): microscopio con cámara de vídeo conectada a un ordenador con acceso a Internet, a través de una tarjeta digitalizadora.
2. Obtención del programa que comprime las imágenes y las envía a una página web de Internet (WebCam32). Puede conseguirse en esta dirección de Internet:
<http://www.kolban.com/webcam32> (es un programa *shareware*).
3. Configuración del programa WebCam32: menú de *settings*, apartado TCP/IP indicando el puerto a través del que se envían las imágenes (82, por ejemplo) y activando la opción de *Server Push*.
4. Acceso desde el ordenador receptor (2 formas posibles):
 - a) Acceso a la página web creada según el ejemplo de la Tabla 1.
 - b) Utilización de WebCam32 como servidor: se tecldea entonces la dirección IP del ordenador emisor y el puerto configurado en el apartado 3 (ejemplo: <http://111.111.111.111:82>)

(Nota: para conocer la dirección IP de nuestra conexión a Internet, desde Windows 95 se sigue el siguiente procedimiento: Inicio/Ejecutar/winipcfg/aceptar).
5. Para líneas de baja capacidad se recomienda establecer simultáneamente una conexión telefónica con voz para conseguir una adecuada interacción emisor/receptor.

Tabla 1. Resultados de la estadística descriptiva.

Parámetro	Casos observados	Biopsias totales (%)
Datos		
Sin datos	6	1,7
Sólo diagnóstico Informe	219	62
	128	36,3
Material		
Bloque		
Sí	97	27,5
No	256	72,5
Citología		
Sí	29	8,2
No	324	91,8
Hematoxilina-eosina		
Sí	271	76,8
No	82	23,2
Otras tinciones		
Sí	18	5,1
No	335	94,9
Portas sin teñir		
Sí	334	94,6
No	19	5,4
Inmunohistoquímica		
Sí	22	6,2
No	331	93,8
Posibilidad de diagnóstico		
Diagnóstico posible	334	94,6
No posible, por material	19	5,4
No posible, por datos	0	0
No posible, por datos y material	0	0

Desacuerdo menor

En 19 casos (5,4%) de los revisados se han encontrado desacuerdos menores. Han sido clasificados a su vez según aquellos términos en que se ha producido la discrepancia. Así, 14 de los casos (4,0%) corresponden a cambios de tipo histológico o morfológico de tumores (Tabla 2); 2 (0,6%) a cambios en el grado de diferenciación tumoral (Tabla 3), y 3 (0,8%) a distinta morfología o gradación en lesiones benignas (Tabla 4).

Desacuerdo mayor

En 29 casos (8,2%) las discrepancias halladas han sido con repercusión mayor, y a su vez también se ha establecido su sustrato. De este modo se han hallado cambios en el diagnóstico de malignidad a benignidad en 11 de los casos (3,1%) (Tabla 5); cambios en el diagnóstico de benignidad a malignidad en 8 (2,3%) (Tabla 6); cambios en el origen o tipo histológico de la lesión sin modificar el diagnóstico de malignidad en 9 casos (2,5%) (Tabla 7), y cambios en el origen o tipo histológico de la lesión, sin modificar el diagnóstico de benignidad en sólo uno de los casos (0,3%) correspondiente a un envío erróneo de preparaciones.

Dentro de los desacuerdos mayores, 6 casos (1,7%) corresponden a consultas hechas directamente por otros

Tabla 2. Desacuerdos menores con cambios de origen o tipo histológico.

Diagnóstico de origen	Diagnóstico en segunda opinión
Metástasis de carcinoma ductal infiltrante	Metástasis de carcinoma indiferenciado, posiblemente de mama
Metástasis de tumor epitelial	Metástasis de carcinoma neuroendocrino
Metástasis de carcinoma epidermoide	Metástasis de adenocarcinoma
Metástasis de adenocarcinoma	Metástasis de carcinoma
Metástasis de adenocarcinoma gastrointestinal	Metástasis de adenocarcinoma de hígado o pulmón
Adenocarcinoma en duodeno no mucinoso	Adenocarcinoma tipo ampuloma
Dermatofibrosarcoma	Sarcoma de células fusiformes de baja agresividad
Carcinosarcoma abdominal	Fibrosarcoma
Osteoblastoma agresivo	Osteosarcoma osteoblástico
Recidiva de carcinoma epidermoide de laringe	Carcinoma adenoide quístico
Carcinoma metaplásico poco diferenciado de mama	Carcinoma ductal infiltrante poco diferenciado anaplásico
Carcinoma escamoso no queratinizante	Linfoepitelioma
Sarcoma condroide	Osteosarcoma condroblástico
Carcinoma ductal <i>in situ</i>	Carcinoma ductal cribiforme infiltrante