

ARTÍCULO ORIGINAL | ORIGINAL ARTICLE

Innovación Tecnológica en Servicios Diagnósticos Públicos del Paraguay

Technological innovations in Public Diagnostic Services of Paraguay

Pedro Galván,^{1,2} Miguel Velazquez,¹ Gualberto Benitez,¹ Antonio Barrios,¹ José Ortellado,¹ Enrique Hilario³

RESUMEN

A través de innovaciones tecnológicas basadas en las tecnologías de la información y comunicación (TIC) pueden desarrollarse sistemas de telediagnóstico ventajosos para mejorar la atención de la salud de poblaciones remotas que no tienen acceso a los médicos especialistas. Este estudio realizado por la Unidad de Telemedicina del Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social (MSPBS) en colaboración con el Dpto. de Ingeniería Biomédica e Imágenes del Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Salud de la Universidad Nacional de Asunción (IICS-UNA) y la Universidad del País Vasco (UPV/EHU) sirvió para evaluar la utilidad de un sistema de telediagnóstico en la salud pública. Fueron analizados los resultados obtenidos por el sistema de telediagnóstico de 54 hospitales regionales, distritales, especializados y centros de salud del MSPBS. Fueron realizados 182.406 diagnósticos remotos de enero del 2014 a noviembre de 2016 a través del sistema. Del total, el 37,32 % (68.085) correspondieron a estudios de tomografía, 62,00 % (113.059) a electrocardiografía (ECG), 0,68 % (1243) a electroencefalografía (EEG) y 0,01 % (19) a ecografía. Se observó una diferencia importante en el coste de diagnóstico remoto en relación al diagnóstico “cara a cara”, en el análisis se incorporaron los costos de implantación y mantenimiento de la TIC para el diagnóstico remoto y los costos de transporte, alimentación y oportunidad para el diagnóstico “cara a cara”. La reducción del coste a través del diagnóstico remo-

to supone un beneficio importante para cada ciudadano del interior del país toda vez que el coste promedio de diagnóstico remoto para cada hospital sea igual o inferior al coste total del diagnóstico cara a cara. Los resultados demuestran que la innovación tecnológica en los servicios diagnósticos en los hospitales públicos a través de la Telemedicina puede facilitar la cobertura universal de servicios diagnósticos, la sostenibilidad económica del sistema de telediagnóstico público y el desarrollo de sistemas resilientes en las comunidades rurales. Además ayudará a mejorar sustancialmente la capacidad resolutoria local de los hospitales regionales y distritales en el interior del país. Sin embargo, antes de recomendar su utilización masiva se deberá contextualizar su implementación y su sostenibilidad técnico-económica acorde al perfil epidemiológico de cada región.

Palabras claves: Innovación Tecnológica, Telediagnóstico, Telemedicina, TICs en salud, Telemática en salud.

ABSTRACT

Through based on information and communication technologies (ICT), advantageous telediagnostic systems can be developed to improve the health care of remote populations that do not have access to specialist doctors. This study was carried out by the Telemedicine Unit of the Ministry of Public Health and Social Welfare (MSPBS – acronym in spanish) in collaboration with the Department of

Recibido el 12 de setiembre de 2016, aceptado para publicación el 11 de octubre de 2016

¹ Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social, Asunción, Paraguay.

² Departamento de Ingeniería Biomédica e Imágenes, Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Salud, Universidad Nacional de Asunción, Paraguay.

³ Universidad del País Vasco, Bilbao, España.

*Autor Correspondiente: Ing. Biom. Pedro Galván. Teléfono: 595(21)214 741. Email: ibiomedica@iics.una.py

Biomedical Engineering and Medical Imaging of the Institute of Research in Health Sciences of the National University of Asunción (IICS-UNA acronym in Spanish) and the University of the Basque Country (UPV / EHU acronym in Spanish) served to evaluate the utility of a telediagnostic system in public health. The results obtained by the telediagnostic system of 54 regional, district, specialized hospitals and health centers of the MoH (MSPBS) were analyzed. A total of 18.406 remote diagnoses were performed from January 2014 to November 2016 through the system. Of the total, 37.32% (68,085) corresponded to tomography studies (CT), 62.00% (113.059) to electrocardiography (ECG), 0.68% (1243) to electroencephalography (EEG) and 0.01% (19) to ultrasound. A significant difference was observed in the cost of remote diagnosis in relation to the "face-to-face" diagnosis, in the analysis the costs of implementation and maintenance of the ICT for the remote diagnosis and transport, feeding and opportunity costs for the diagnosis "face to face" were incorporated into the analysis. Reducing costs through remote diagnosis is an important benefit for every citizen of the interior of the country, since the average cost of remote diagnosis for each hospital is equal to or less than the total cost of face-to-face diagnosis. The results show that technological innovation in diagnostic services in public hospitals through Telemedicine can facilitate the universal coverage of diagnostic services, the economic sustainability of the public telediagnosis system and the development of resilient systems in rural communities. It will also help to substantially improve the local resolving capacity of regional and district hospitals in the interior of the country. However, before recommending its massive use, its implementation and its technical-economic sustainability should be contextualized according to the epidemiological profile of each region.

Keywords: *Technological Innovation, Telediagnosis, Telemedicine, ICT in health, Telematics in health.*

INTRODUCCIÓN

Las innovaciones tecnológicas basadas en las tecnologías de la información y comunicación (TIC) aplicadas en la atención sanitaria de poblaciones dispersas y remotas ofrecen múltiples ventajas para

servicios de diagnóstico y consultas a distancia (1). La telemedicina presenta su principal fortaleza en el diagnóstico y la consulta con especialistas en forma remota por lo que resulta ventajosa para los pacientes, el personal de salud y la comunidad, toda vez que sea planificada adecuadamente (2).

Con las innovaciones tecnológicas en salud se pretende fortalecer la cobertura universal y una mayor equidad en la prestación de servicios de medicina especializada (Declaración de las Naciones Unidas de Alma Ata) (3), sin descuidar la efectividad y utilidad de las tecnologías involucradas. Con estas premisas puede considerarse al telediagnóstico como una herramienta válida para mejorar la atención de la salud de poblaciones remotas que no tienen acceso a los especialistas. En dicho sentido, las innovaciones a través de las TICs ofrecen importantes posibilidades de mejorar la cobertura de los servicios e intercambiar con mayor efectividad informaciones clínicas, administrativas y de capacitación del personal (4).

A fin de investigar la factibilidad para la implementación sistemática de innovaciones tecnológicas en la salud pública del Paraguay, la Unidad de Telemedicina del Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social (MSPBS) en colaboración con el Dpto. de Ingeniería Biomédica e Imágenes del Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Salud de la Universidad Nacional de Asunción (IICS-UNA) y la Universidad del País Vasco (UPV/EHU) han evaluado un sistema de telediagnóstico implementado en el año 2014 en la salud pública. El mismo servirá como fuente de información objetiva e independiente sobre la viabilidad técnica para implementar y sostener la ejecución de proyectos de innovación tecnológica para diagnóstico y consultas de especialistas a distancia en los centros asistenciales del Paraguay.

METODOLOGÍA

Población: Este estudio de diseño observacional y descriptivo incluyó a 182.406 pacientes, con solicitud médica para estudios de diagnóstico por imágenes (tomografía y ecografía) y señales eléctricas biológicas (ECG y EEG), que concurrieron en el periodo de enero del 2014 a noviembre del 2016 en los 54 hospitales regionales, distritales, especializados y centros de salud de las regiones sanitarias del MSPBS. Los datos de los pacientes

fueron consignados en una ficha electrónica. Las imágenes captadas, procesadas y transmitidas de las áreas de tomografía, ecografía, electrocardiografía y electroencefalografía fueron remitidas al médico especialista vía internet. El muestreo fue no probabilístico de conveniencia. Para asegurar la confidencialidad de la información así como su integridad y consistencia, en el sistema de telemedicina se han utilizado mecanismos como acceso controlado al sistema (usuario/contraseña), consultas priorizadas por tipo de usuario (secretaría, técnico, médico ó administrador del sistema), bases de datos codificadas, comunicación codificada tipo *secure sockets layer* SSL y llaves de codificación para la manipulación y modificación de la información, utilizándose un protocolo de encriptación que provee comunicación segura.

Equipamiento y software utilizados: Las imágenes se obtuvieron a través de diversos dispositivos médicos. En el caso del ecógrafo se utilizó una tarjeta de captura para acceder a la señal de video análogo y luego ser transferido a la computadora mediante la conexión de un cable de S-Video. Con el tomógrafo se utilizó una computadora exclusiva donde se descargan las imágenes digitales en formato DICOM para luego procesarla y almacenarla a través de un software propietario. Con el electrocardiógrafo y electroencefalógrafo se dispuso de una conexión RS-232, y a través del puerto COM se interactuó con el ordenador mediante un software de aplicación que facilita la captura de la información con la posterior generación de gráficos en formato *jpg*. La aplicación Web fue utilizada por las especialidades de imagenología médica, electrocardiografía y electroencefalografía para simplificar el proceso de incorporación de las imágenes obtenidas por los respectivos equipos periféricos de diagnóstico a la base de datos de la ficha electrónica del paciente. La tecnología digital utilizada para la transmisión de las imágenes en este estudio se denomina “*store & forward*”, en la que una vez obtenidas las imágenes se ejecutó el módulo de ficha electrónica del paciente (aplicación *standalone* o *Web*). El “*especialista remoto*” (profesional médico especialista en imagenología, ecografía, cardiología y neurología) al ingresar al sistema de diagnóstico visualiza los datos clínicos de los pacientes y las imágenes anexas para su diagnóstico. Inmediatamente luego de ser realizado el diagnóstico por el especialista, el informe está disponible

para su impresión y entrega al paciente y/ó para su remisión por mail al médico tratante según como sea solicitado.

Análisis de utilidad: El análisis de utilidad comparó las dos alternativas (diagnóstico a distancia versus “cara a cara”) para determinar el beneficio y se miden en unidades monetarias. En tal sentido se ha analizado los costos de diagnóstico remoto del sistema en los 54 hospitales regionales, distritales, especializados y centros de salud del interior del país donde no existen médicos especialistas y en consecuencia no se ofrecían los servicios diagnósticos de electrocardiografía, electroencefalografía, tomografía (sin contraste) y ecografía gineco-obstétrica. Para calcular el beneficio del sistema de telediagnóstico se consideraron, los costos de implantación, mantenimiento de la TIC y del informe médico para el diagnóstico remoto y los costos de transporte, alimentación, oportunidad y del arancel médico para el diagnóstico “cara a cara” con el especialista médico. Los costos referenciales utilizados en el análisis para el diagnóstico remoto y “cara a cara” fueron extraídos en el primer caso de los contratos entre el Ministerio de Salud y los profesionales imagenólogos, cardiólogos, neurólogos y ecografistas del sistema de telediagnóstico, y en el segundo caso de los aranceles establecidos por las sociedades paraguayas de cardiología, neurología, radiología y ecografía para Asunción, vigentes de enero del 2014 a noviembre del 2016. Para el cálculo del costo total del diagnóstico “cara a cara” se han incluido los costos de transporte, alimentación y oportunidad para el viaje desde el hospital del interior en cuestión y la capital (Asunción) donde se cuentan con centros de diagnósticos especializados en las tres áreas de interés. Para el cálculo del coste de transporte, donde se cuenta con el servicio de telediagnóstico a la capital, se utilizó la tarifa establecida para el viaje en transporte público convencional (Bus, tarifa económica) por la Dirección Nacional de Transporte (DINATRAN tarifa 2014/16) que está parametrizado de acuerdo a la distancia. Para el cálculo del coste de alimentación y oportunidad se utilizó el valor del jornal mínimo diario establecido por el estado paraguayo (Ministerio de Hacienda 2014/16) para un obrero o jornalero de poca cualificación como son los usuarios de los servicios de telediagnóstico en el interior del país.

RESULTADOS

Durante el estudio se realizaron 182.406 telediagnósticos distribuidos en 54 hospitales regionales, distritales, especializados y centros de salud a través del sistema de telemedicina de la Dirección de Telemedicina del MSPBS, de ellos el 45,0 % corresponden al sexo masculino y el 55,0 % al sexo femenino, que representaron el total de casos con diagnóstico a distancia con historias clínicas ajustadas al propósito de la investigación. La edad promedio general de los pacientes fue de 39,0 años. La distribución del tipo y cantidad de estudios realizados puede observarse en la figura 1.

Las 113.059 curvas de ECG analizadas e informadas en forma remota correspondieron a chequeos médicos rutinarios. La distribución de los estudios electrocardiográficos realizados por hospital comunitario se observa en la figura 2.

La distribución por tipo de diagnóstico de ECG realizados en los 52 hospitales del interior del país dotados con dicho servicio fueron normal (62,1 %), bradicardia sinusal (10,4 %), arritmias no especificada (ejes desviados, trastornos de la conducción, escasa progresión de onda R y secuelas de infarto) (12,5 %), hipertrofia ventricular izquierda (4,1 %), taquicardia sinusal (4,4 %), bloqueo de la rama derecha (3,5 %), isquemia (1,4 %), fibrilación auri-

cular (1,0 %) y bloqueo de rama izquierda (0,6 %). En relación a los estudios de tomografía, se realizaron en total 68.085 diagnósticos remotos en 12 hospitales del interior del país dotados con dicho servicio, donde la mayor cantidad de estudios (54,4 %) corresponde a la región anatómica del cráneo como consecuencia de accidentes de tránsito (motocicletas) y enfermedades cerebrovasculares, la distribución del tipo y porcentaje de estudios tomográficos puede observarse en la figura 3.

Los 1243 estudios de electroencefalografía correspondieron a diferentes causalidades siendo los motivos más comunes antecedentes de crisis convulsiva (54,3%), control evolutivo (14,0%), cefalea (11,5%), crisis epiléptica (11,0%), pérdida de conocimiento (3,1%), traumatismo craneoencefálico (2,0%), trastorno de atención en niños (aprendizaje) (2,0%), muerte cerebral (1,0%), movimientos anormales (0,8%) y trastornos del sueño (obnubilación) (0,3%). La distribución de los estudios realizados en los 10 hospitales del país se observa en la figura 4.

Los 19 estudios de ecografía correspondieron a controles prenatales del área de ginecoobstetricia. La distribución de los estudios realizados en los 4 hospitales del interior del país se observa en la figura 5.

Figura 1. Tipo y cantidad de estudios realizados de enero 2014 a noviembre 2016 por el sistema de telediagnóstico (n=182.406)

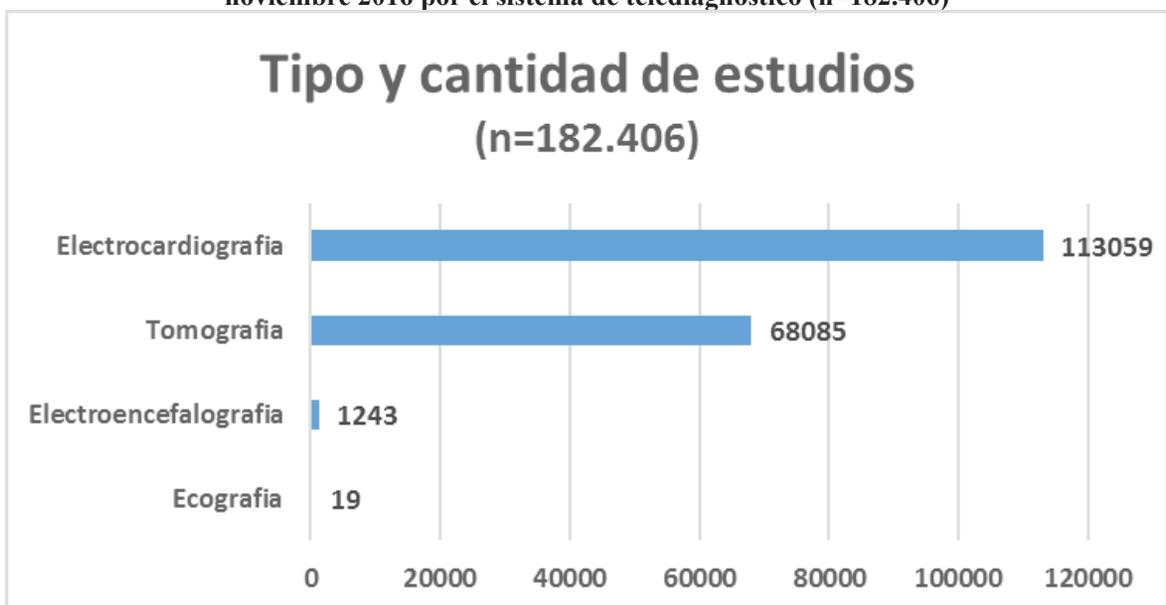


Figura 2. Distribución por comunidad de estudios de ECG realizados de enero 2014 a noviembre del 2016 por el sistema de telediagnóstico (n=113.059)

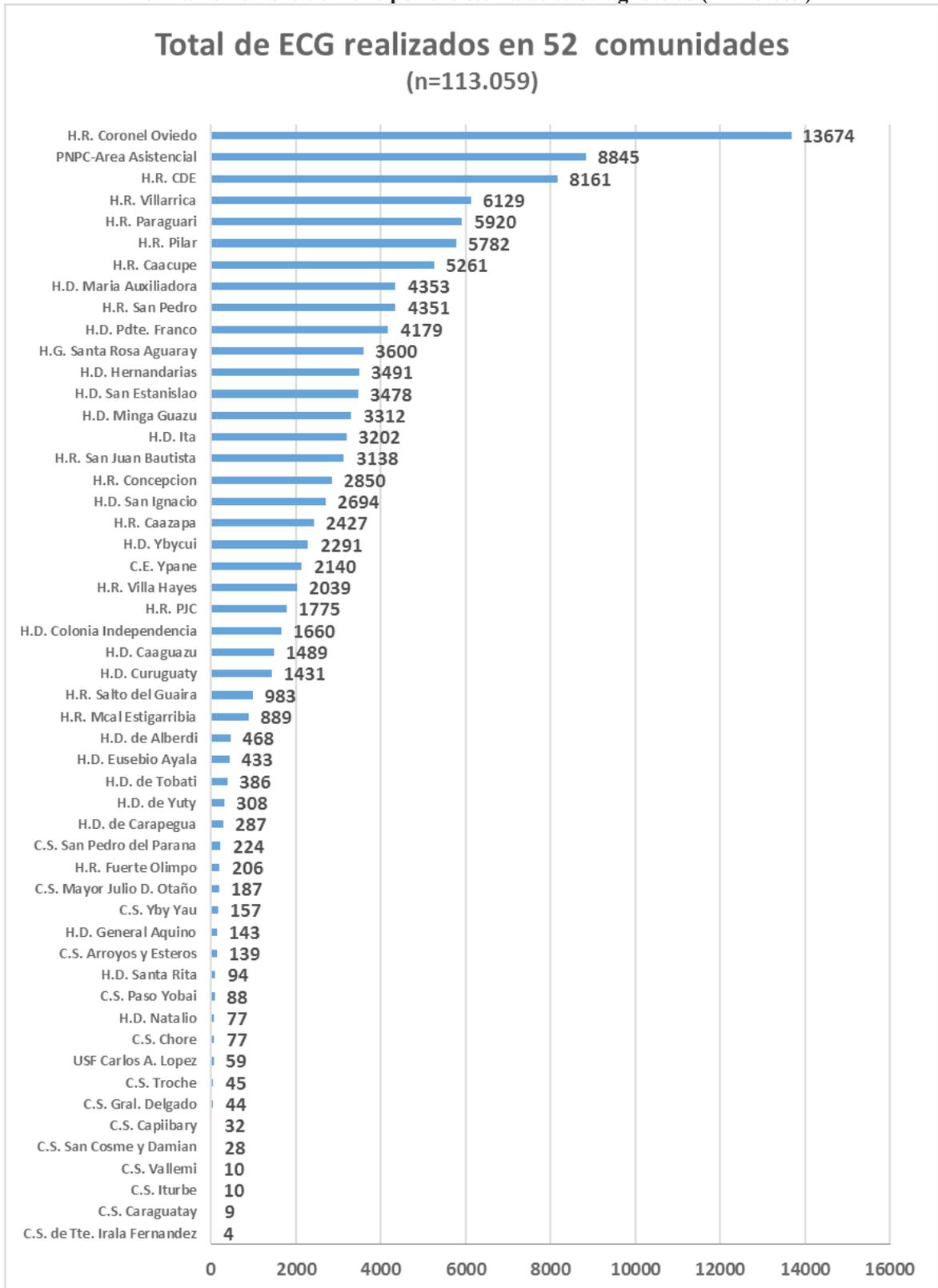
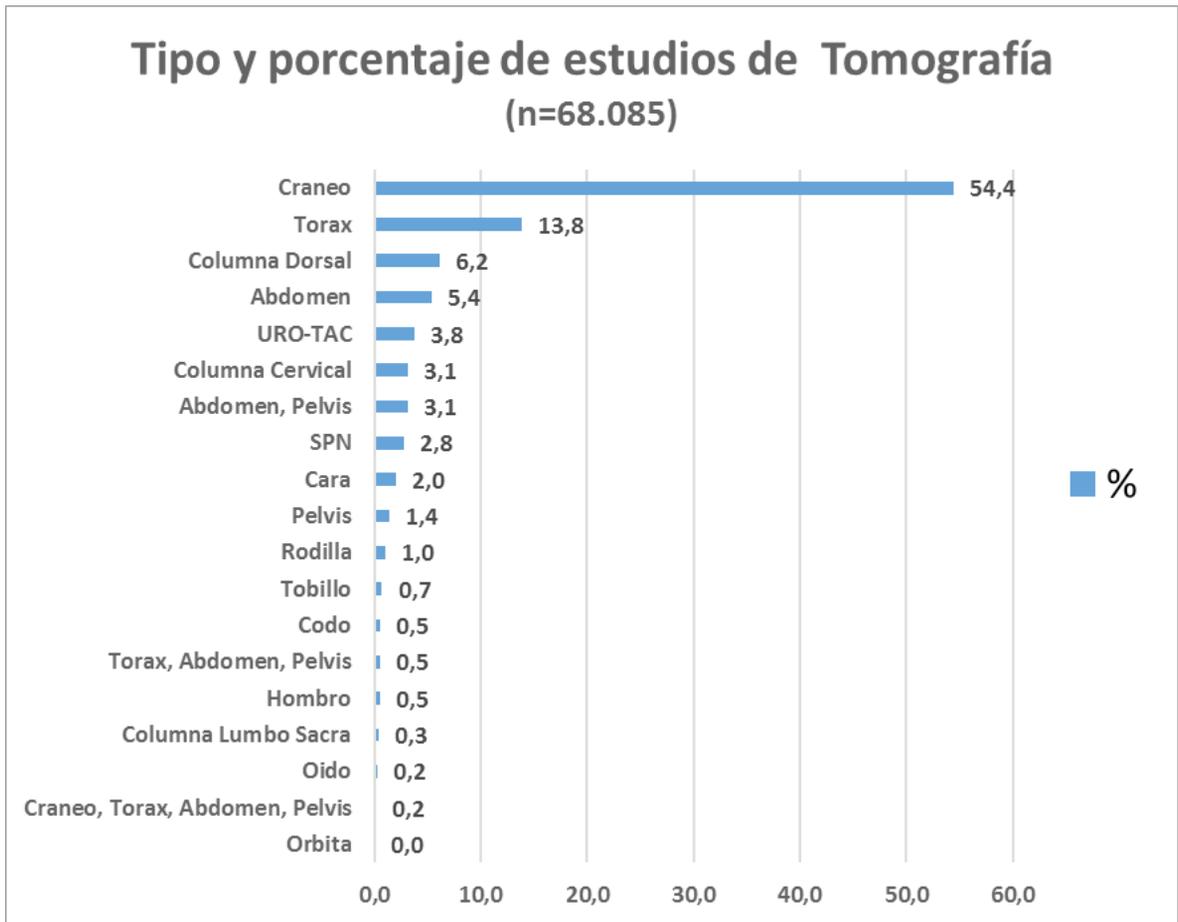


Figura 3. Tipo y porcentaje de estudios tomográficos realizados de enero 2014 a noviembre del 2016 por el sistema de telediagnóstico (n=68.085)



Análisis de utilidad:

Para facilitar el análisis de utilidad del sistema de telediagnóstico se calcularon los costos promedios para el diagnóstico remoto y “cara a cara”, para dicho propósito se incorporaron los costos de implantación y mantenimiento de la TIC para el diagnóstico remoto y los costos de transporte, alimentación y oportunidad para el diagnóstico cara a cara. En dicho sentido se realizó un análisis de costos para comparar las dos alternativas de diagnóstico para electrocardiografía, electroencefalografía, tomografía y ecografía sobre la base de la diferencia en el importe económico individual para cada hospital incluido en este estudio. En el cálculo de los costos

promedios de diagnóstico remoto se consideraron solo los costos de aquellos hospitales que realizaron más de 125 estudios de ECG, 50 de electroencefalografía, 51 de tomografía y 3 de ecografía. En el caso de la cantidad de estudios de ECG, EEG y tomografía corresponden a valores umbrales o de inflexión, a partir de los cuales el telediagnóstico se vuelve rentable en comparación al diagnóstico “cara a cara” para los hospitales que componen el universo de estudio. En el caso de ecografía se incluyó el costo promedio de diagnóstico remoto a partir de 3 estudios, ya que el valor umbral o de inflexión de 100 estudios aun no fue alcanzado por ninguno de los 4 hospitales incluidos en el estudio

Figura 4. Tipo y cantidad de estudios de electroencefalografía realizados de diciembre 2015 a noviembre del 2016 por el sistema de telediagnóstico (n=1243)

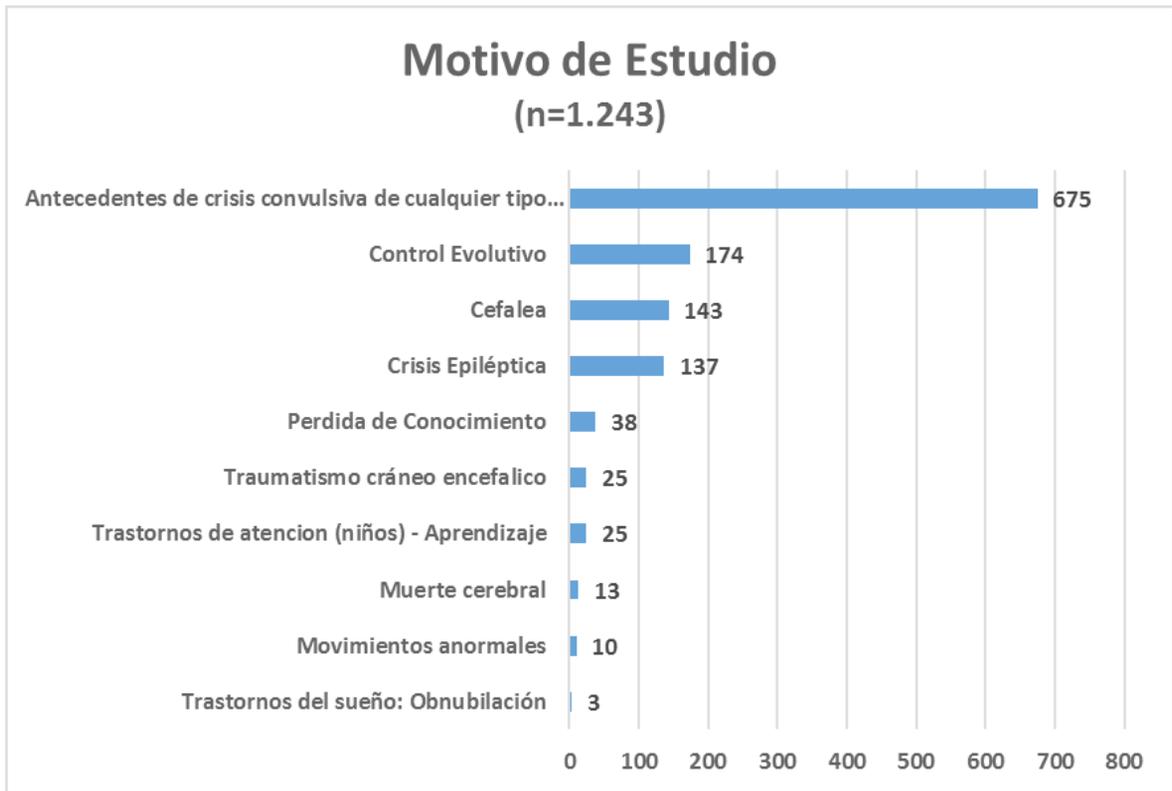


Figura 5. Distribución por hospital de estudios de ecografía realizados de enero 2014 a noviembre del 2016 por el sistema de telediagnóstico (n=19)

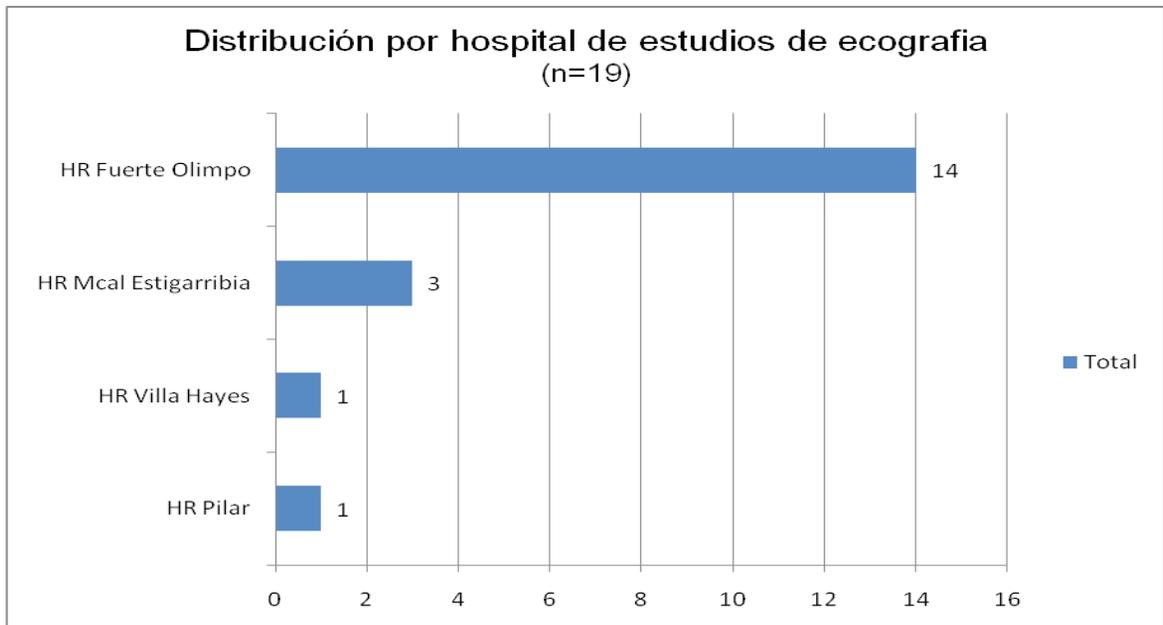


Tabla 1: Matriz de cálculo para el análisis de beneficio del sistema de telediagnóstico

Tipo de Diagnóstico (1US\$= 5100 Gs)	Cantidad total de estudios realizados (1)	Coste unitario del informe remoto (2) (US\$)	Coste promedio del diagnóstico remoto (3) (US\$)	Coste unitario del informe cara- cara (4) (US\$)	Coste promedio del diagnóstico cara-cara (5) (US\$)	Beneficio del Tele- diagnóstico (5 -3) x(1)= (6) (US\$)
Electrocardiografía	113.059	2,6	10,9	11,8	60,1	5.562.502,8
Electroencefalografía	1.243	8,6	50,3	68,6	127,1	95.462,4
Tomografía	68.085	2,6	12,6	68,6	120,4	7.339.563,0
Ecografía	19	2,6	974,9	21,5	113,9	- 16.359,0
Total general	182.406					12.981.169,2

durante el aun corto periodo de funcionamiento pleno del sistema. En promedio general se observó una diferencia importante en el coste de diagnóstico remoto en relación al diagnóstico cara a cara, según se aprecia en tabla 1.

La reducción del coste unitario a través del diagnóstico remoto fue de 4,5 veces para ECG, 8,0 veces para EEG, 26,4 veces para tomografía y 8,3 veces para ecografía, lo que supone un beneficio importante para cada ciudadano del interior del país toda vez que el coste promedio de diagnóstico remoto para cada hospital sea igual o inferior al coste total del diagnóstico “cara a cara”. En términos monetarios la implementación de la innovación tecnológica a través del telediagnóstico, durante los 35 meses de funcionamiento en los 54 hospitales regionales, distritales, especializados y centros de salud, significó un ahorro promedio de 12.981.169,2 US\$ (dólares americanos) a los ciudadanos de las 54 comunidades de las 18 regiones sanitarias en la que está dividida el país. Los diferentes montos promedios ahorrados por tipo de estudio remoto se aprecia en la tabla 1.

DISCUSIÓN

Los resultados de este estudio evidencian de que la innovación tecnológica en los servicios diagnósticos de los hospitales públicos a través de la Telemedicina pueden facilitar la cobertura universal de servicios diagnósticos a relativamente bajo costo, la sostenibilidad económica del sistema de telediagnóstico público y el desarrollo de sistemas re-

silientes en las comunidades rurales y aisladas del país, donde éstos no están disponibles, tal como se ha evidenciado en otros países (5).

En el presente estudio se ha analizado la utilidad en los campos de aplicación de cuatro áreas de servicios diagnósticos, y se ha demostrado ampliamente su beneficio y utilidad en términos monetarios, que es importante sobre todo para países en vías de desarrollo (6) como el Paraguay. La implementación de esta innovación tecnológica para servicios diagnósticos aporta beneficios en relación a la reducción de los costos de la asistencia médica, los gastos de traslado de pacientes y del personal especializado, así como se mejora la equidad en el acceso a las tecnologías asistenciales de salud en las poblaciones remotas con escasos equipamientos y profesionales. También, el sistema de telediagnóstico podría utilizarse como Plan de Contingencia para la asistencia médica en casos de catástrofes, epidemias, pandemias ó cualquier evento de gran afluencia de pacientes (5).

El modelo *Web* del sistema de telediagnóstico permite una aplicación centralizada desde cualquier navegador web en forma remota sin la necesidad de una instalación previa en la computadora de diálogo por lo que lo vuelve accesible desde cualquier plataforma. Las dificultades encontradas en este estudio, en relación a los recursos humanos se irán salvando a medida que los profesionales involucrados se familiaricen con la nueva tecnología y se realicen los ajustes necesarios en relación a la misma. Sin embargo, la incorporación de esta in-

novación tecnológica en los servicios diagnósticos de los centros asistenciales en salud implica una revisión y análisis de los procedimientos rutinarios clásicos del servicio médico, debido al cambio en la forma de registro, captación, transmisión y tratamiento de la información (imágenes y datos) desde el punto de vista científico, legal y ético (6,7).

Cabe mencionar también que aun no se cuenta con regulaciones internacionales para el telediagnóstico, que abarquen todos estos aspectos, a pesar de que ya existen algunos algoritmos de representación y transferencia de información que utilizan estándares de comunicación tales como el DICOM (8). A pesar de que gran parte de las experiencias realizadas con la tecnología de la telemedicina en países menos desarrollados son muy promisorias (9), son limitados los estudios que avalen la idoneidad y capacidad de dicha tecnología para solucionar problemas concretos en determinadas regiones ó países en forma segura, efectiva, útil, eficiente y sostenible (10).

En dicho sentido y acorde a una revisión sistemática de la literatura realizada se ha determinado que la evidencia encontrada es aún insuficiente para asegurar que esta herramienta sea más costo-efectiva respecto del diagnóstico “cara a cara”. En la mayoría de los artículos analizados se necesitan metodologías más rigurosas y que incluyan en el análisis los costos totales de la implementación del sistema de telemedicina versus los costos sociales del traslado de los pacientes a lugares donde existe el método de diagnóstico “cara a cara” o de instalar en el punto remoto los recursos necesarios para hacer los estudios presenciales (11-39).

La innovación tecnológica en los servicios de telediagnóstico del MSPBS muestra ventajas tales como la disminución de los tiempos de atención del paciente, diagnósticos más rápidos, mejora de la calidad del servicio con procedimientos padronizados, atención continuada para el diagnóstico remoto, posibilidad de interconsulta y envío del diagnóstico por internet al médico tratante.

Finalmente, con el análisis de utilidad del presente estudio y las tecnologías disponibles, se pueden desarrollar aplicaciones innovadoras de telediagnóstico, para contribuir al fortalecimiento de la red integrada de servicios diagnósticos y programas de salud maximizando el tiempo del profesional y su productividad, mejorando la calidad, aumentando el acceso y la equidad, y disminuyendo los costos.

Sin embargo antes de realizar su implementación masiva en los centros asistenciales de salud del interior del país se deberá realizar una contextualización al perfil epidemiológico regional, determinar los costos para su implementación, mantenimiento, sostenibilidad y la calidad diagnóstica del sistema acorde a las metodologías vigentes.

BIBLIOGRAFÍA

1. Gagnon MP, Duplantie J, Fortin JP, and Landry R. Exploring the effects of telehealth on medical human resources supply: a qualitative case study in remote regions. *BMC Health Serv Res.* 2007; 7: 6.
2. Revisión sistemática de la literatura sobre telemedicina. *Rev Panam Salud Publica [serial on the Internet].* 2001 Oct [cited 2008 May 07]; 10(4): 257-258. Available from: http://www.scielosp.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S102049892001001000006&lng=en&nrm=iso . doi: 10.1590/S1020-49892001001000006.
3. Declaration of Alma-Ata, International Conference on Primary Health Care, Alma-Ata, USSR, 6-12 September 1978. www.who.int/hpr/NPH/docs/declaration_almaata.pdf.
4. Tomasi E, Facchini L A, Maia M F S. Health information technology in primary health care in developing countries: a literature review. *Bull World Health Organ [serial on the Internet].* 2004 Nov [cited 2008 May 07]; 82(11): 867-874. Available from: http://www.scielosp.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0042-96862004001100012&lng=en&nrm=iso . doi: 10.1590/S0042-96862004001100012.
5. Sabbatini RME, Maceratini R. Telemedicina: A Nova Revolução. *Revista Informéica.* 1994;1(6):5-9.
6. Guerra de Macedo C. Prefacio. *Bioética, Temas y Perspectivas. Publicación Científica # 527. OPS;* 1990.
7. Lucas H. Information and communications technology for future health systems in developing countries. *Social Science & Medicine* 66 (2008) 2122e2132.
8. Centro de Control Estatal de Equipos Médicos. *Estado del arte de la Certificación y Evaluación de los Sistemas de Telemedicina. La Habana: CECEM;* 2000.
9. Von Braun J, Bertolini R, Müller-Falcke D. *Arbeitsbekämpfung über Glasfaser und Funknetz Telekommunikation kann dazu beitragen, die Lage der ländlichen Bevölkerung zu verbessern. Entwicklung und Zusammenarbeit (E+Z).* 2001.4:118.
10. Bases Metodológicas para Evaluar la Viabilidad y el Impacto de

- Proyectos de Telemedicina. OPS/OMS Washington; D.C. 2001. ISBN 9275323631.
11. Ferreira AC, O'Mahony E, Oliani AH, Araujo Júnior E, da Silva Costa F. Teleultrasound: historical perspective and clinical application. *Int J Telemed Appl.* 2015;2015:306259. doi: 10.1155/2015/306259. Epub 2015 Feb 24. Review. PubMed PMID: 25810717; PubMed Central PMCID: PMC4355341.
 12. De la Torre-Díez I, López-Coronado M, Vaca C, Aguado JS, de Castro C. Cost-utility and cost-effectiveness studies of telemedicine, electronic, and mobile health systems in the literature: a systematic review. *Telemed J E Health.* 2015 Feb;21(2):81-5. doi: 10.1089/tmj.2014.0053. Epub 2014 Dec 4. PubMed PMID: 25474190; PubMed Central PMCID: PMC4312789.
 13. Hsieh JC, Li AH, Yang CC. Mobile, cloud, and big data computing: contributions, challenges, and new directions in telecardiology. *Int J Environ Res Public Health.* 2013 Nov 13;10(11):6131-53. doi: 10.3390/ijerph10116131. Review. PubMed PMID: 24232290; PubMed Central PMCID: PMC3863891.
 14. Al-Zaiti SS, Shusterman V, Carey MG. Novel technical solutions for wireless ECG transmission & analysis in the age of the internet cloud. *J Electrocardiol.* 2013 Nov-Dec;46(6):540-5. doi: 10.1016/j.jelectrocard.2013.07.002. Epub 2013 Aug 29. Review. PubMed PMID: 23992916.
 15. Silva E 3rd, Breslau J, Barr RM, Liebscher LA, Bohl M, Hoffman T, Boland GW, Sherry C, Kim W, Shah SS, Tilkin M. ACR white paper on teleradiology practice: a report from the Task Force on Teleradiology Practice. *J Am Coll Radiol.* 2013 Aug;10(8):575-85. doi: 10.1016/j.jacr.2013.03.018. Epub 2013 May 17. PubMed PMID: 23684535.
 16. De Waure C, Cadeddu C, Gualano MR, Ricciardi W. Telemedicine for the reduction of myocardial infarction mortality: a systematic review and a meta-analysis of published studies. *Telemed J E Health.* 2012 Jun;18(5):323-8. doi: 10.1089/tmj.2011.0158. Epub 2012 Apr 2. Review. PubMed PMID: 22468983.
 17. McBeth PB, Crawford I, Blaivas M, Hamilton T, Musselwhite K, Panebianco N, Melniker L, Ball CG, Gargani L, Gherdovich C, Kirkpatrick AW. Simple, almost anywhere, with almost anyone: remote low-cost telementored resuscitative lung ultrasound. *J Trauma.* 2011 Dec;71(6):1528-35. doi: 10.1097/TA.0b013e318232cca7. Review. PubMed PMID: 22182864.
 18. Birati E, Roth A. Telecardiology. *Isr Med Assoc J.* 2011 Aug;13(8):498-503. Review. PubMed PMID: 21910377.
 19. Andrade MV, Maia AC, Cardoso CS, Alkmim MB, Ribeiro AL. Cost-benefit of the telecardiology service in the state of Minas Gerais: Minas Telecardio Project. *Arq Bras Cardiol.* 2011 Oct;97(4):307-16. Epub 2011 Jul 29. English, Portuguese. PubMed PMID: 21808852.
 20. Sutherland JE, Sutphin D, Redican K, Rawlins F. Telesonography: foundations and future directions. *J Ultrasound Med.* 2011 Apr;30(4):517-22. Review. PubMed PMID: 21460152.
 21. Backman W, Bendel D, Rakhit R. The telecardiology revolution: improving the management of cardiac disease in primary care. *J R Soc Med.* 2010 Nov;103(11):442-6. doi: 10.1258/jrsm.2010.100301. Epub 2010 Oct 19. Review. PubMed PMID: 20959351; PubMed Central PMCID: PMC2966883.
 22. Ekeland AG, Bowes A, Flottorp S. Effectiveness of telemedicine: a systematic review of reviews. *Int J Med Inform.* 2010 Nov;79(11):736-71. doi: 10.1016/j.ijmedinf.2010.08.006. Review. PubMed PMID: 20884286.
 23. Hsieh JC, Lo HC. The clinical application of a PACS-dependent 12-lead ECG and image information system in E-medicine and telemedicine. *J Digit Imaging.* 2010 Aug;23(4):501-13. doi: 10.1007/s10278-009-9231-7. Epub 2009 Aug 27. PubMed PMID: 19711129; PubMed Central PMCID: PMC3046657.
 24. Phabphal K, Hirunpatch S. The effectiveness of low-cost teleconsultation for emergency head computer tomography in patients with suspected stroke. *J Telemed Telecare.* 2008;14(8):439-42. doi: 10.1258/jtt.2008.080603. PubMed PMID: 19047455.
 25. Hailey D, Ohinmaa A, Roine R. Published evidence on the success of telecardiology: a mixed record. *J Telemed Telecare.* 2004;10 Suppl 1:36-8. Review. PubMed PMID: 15603604.
 26. Bassignani MJ, Dwyer SJ 3rd, Ciambotti JM, Olazagasti JM, Moran R, Moynihan S, Weaver AC, Snyder AM. Review of technology: planning for the development of teleultrasonography. *J Digit Imaging.* 2004 Mar;17(1):18-27. Review. PubMed PMID: 15255515; PubMed Central PMCID: PMC3043960.
 27. Whitten PS, Mair FS, Haycox A, May CR, Williams TL, Hellmich S. Systematic review of cost effectiveness studies of telemedicine interventions. *BMJ.* 2002 Jun 15;324(7351):1434-7. Review. PubMed PMID: 12065269; PubMed Central PMCID: PMC115857.
 28. Hailey D, Roine R, Ohinmaa A. Systematic review of evidence for the benefits of telemedicine. *J Telemed Telecare.* 2002;8 Suppl 1:1-30. Review. PubMed PMID: 12020415.
 29. Brunetti ND, Amodio G, De Gennaro L, Dellegrottaglie G, Pellegrino PL, Di Biase M, et al. Telecardiology applied to a region-wide public emergency health-care service. *J Thromb Thrombolysis.* Netherlands; 2009 Jul;28(1):23-30.
 30. Norum J, Bergmo TS, Holdo B, Johansen M V, Vold IN, Sjaeang EE, et al. A tele-obstetric broadband service including ultrasound, videoconferencing and cardiotocogram. A high cost and a low volume of patients. *J Telemed Telecare.* England; 2007;13(4):180-4.
 31. Chan FY. Fetal tele-ultrasound and tele-therapy. *J Telemed Telecare.* 2007;13:167-71.
 32. Dowie R, Mistry H, Young T a, Franklin RCG, Gardiner HM. Cost

- implications of introducing a telecardiology service to support fetal ultrasound screening. *J Telemed Telecare*. 2008;14:421–6.
33. Magann EF, McKelvey SS, Hitt WC, Smith M V, Azam G a, Lowery CL. The use of telemedicine in obstetrics: a review of the literature. *Obstet Gynecol Surv*. 2011;66(3):170–8.
 34. Arbeille P, Fornage B, Boucher a., Ruiz J, Georgescu M, Blouin J, et al. Telesonography: Virtual 3D image processing of remotely acquired abdominal, vascular, and fetal sonograms. *J Clin Ultrasound [Internet]*. 2014;42(2):67–73. Available from: <http://doi.wiley.com/10.1002/jcu.22093>
 35. driaanse BME, Tromp CHN, Simpson JM, Van Mieghem T, Kist WJ, Kuik DJ, et al. Interobserver agreement in detailed prenatal diagnosis of congenital heart disease by telemedicine using four-dimensional ultrasound with spatiotemporal image correlation. *Ultrasound Obstet Gynecol*. 2012;39(May 2011):203–9.
 36. Kari B, Mester AR, Gyorfí Z, Mihalik B, Hegyi Z, Tarjan Z, et al. Clinical evaluation of multi-modality image archival and communication system in combination of WEB based teleradiology. *Int Congr Ser*. 2005;1281:974–9.
 37. Lefere P, Silva C, Gryspeerdt S, Rodrigues A, Vasconcelos R, Teixeira R, et al. Teleradiology based CT colonography to screen a population group of a remote island; At average risk for colorectal cancer. *Eur J Radiol [Internet]*. Elsevier Ireland Ltd; 2013;82(6):e262–7. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejrad.2013.02.010>
 38. Brunetti ND, De Gennaro L, Amodio G, Dellegrottaglie G, Pellegrino PL, Di Biase M, et al. Telecardiology improves quality of diagnosis and reduces delay to treatment in elderly patients with acute myocardial infarction and atypical presentation. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil. England*; 2010 Dec;17(6):615–20.
 39. Galván P, Velázquez M, Benítez G, Ortellado J, Rivas R, Barrios A, et al. Impacto en la salud pública del sistema de telediagnóstico implementado en hospitales regionales y distritales del Paraguay. *Rev Panam Salud Pública*. 2016;40(4):250–5.