

# **Estudio de Correlación de Sensores Cardiográficos Braquiales y de Antebrazo**

**Raymond Nelson**

**Rodolfo Prado**

## **Abstract**

Se han sugerido soluciones alternativas para la manga de brazo braquial tradicional utilizada en las pruebas poligráficas de evaluación de la credibilidad, con el fin de reducir la vulnerabilidad de los datos del sensor cardiográfico debido a artefactos que pueden deteriorar el aprovechamiento de los datos, y para reducir el nivel de incomodidad física que pueden experimentar y reportar quienes son examinados mediante el polígrafo. Este estudio involucró la recopilación de grabaciones simultáneas de series de tiempo de los datos cardiográficos utilizados en las pruebas poligráficas de evaluación de la credibilidad. Los datos se obtuvieron utilizando una forma común de prueba de reconocimiento o de práctica. Se calcularon correlaciones para dos ubicaciones alternativas para la colocación o la fijación del sensor cardiográfico en el examinado. La sustitución de tecnología con respecto a los sensores de grabación, respaldada por décadas de investigación de la validez, de modelos estadísticos publicados y de experiencia de campo exhaustiva es una tarea compleja. Una solución ideal sería que el sensor de reemplazo apareciera en la forma de un reemplazo directo que proporcione una correlación muy alta con el sensor reemplazado, cuando los datos son de calidad normal interpretable, sin artefactos, y que al mismo tiempo aumente el número de casos para los que los datos del sensor del cardiógrafo siguen siendo utilizables.

This article is copyrighted by the American Polygraph Association (APA), and appears here with the permission of the APA. La American Polygraph Association (APA) tiene los derechos de autor de este artículo, y aparece aquí con el permiso de la APA.



Los resultados de este estudio sugieren que dos soluciones alternativas de colocación de los sensores del cardiógrafo, manga de pierna y manga de antebrazo, pueden ser adecuadas para su uso inmediato y pueden proporcionar algunas ventajas en términos de la mejora en la calidad de los datos. Sin embargo, las preocupaciones sobre eventos médicos potencialmente graves, como la liberación de trombos, independientemente de cuán rara o improbable sea su aparición, deberían excluir un mayor interés en el uso de la colocación de la manga en las piernas. Se recomienda un interés continuo en la colocación de la manga de antebrazo.

## **Introducción**

Las pruebas de la evaluación científica de la credibilidad - a menudo denominadas pruebas de polígrafo y comúnmente nombradas pruebas de detección de mentiras - no detectan ni miden mentiras *per se*, y en su lugar se basan en señales proxy para realizar conclusiones probabilísticas. De esta manera, las pruebas de la evaluación de la credibilidad, al igual que otras pruebas científicas, utilizan métodos estadísticos para cuantificar fenómenos que no pueden ser sometidos a una observación determinística perfecta o a una medición física directa - porque son muy pequeños, muy lejanos, inobservables debido al paso del tiempo, o simplemente amorfos.

El conjunto tradicional de sensores de polígrafo fue desarrollado para registrar diferentes formas de actividad del sistema nervioso autónomo para las que la evidencia empírica ha demostrado estar correlacionadas con el engaño y la veracidad con tasas para las cuales se pueden hacer combinaciones en modelos estructurales y estadísticos que producen tasas de precisión de clasificación que exceden significativamente tanto el azar aleatorio como la detección de mentiras no asistida por parte de expertos. Se han propuesto otros sensores que incluyen tecnologías de grabación del sistema nervioso central, el ocular y facial. Sin embargo, los sistemas de polígrafo computarizados de hoy en día continúan haciendo uso de señales autónomas, que incluyen



actividad respiratoria, actividad electro dérmica, actividad vasomotora y actividad cardiovascular.

El sensor cardiovascular tiene una gran similitud con las tecnologías instrumentales médicas. De hecho, el sensor cardiográfico tradicional es simplemente una manga de presión arterial médica, que se utiliza con un nivel de presión suboclusivo o semioclusivo. La ubicación tradicional para la colocación del sensor cardiográfico en el examinado - en la parte superior del brazo, sobre la arteria braquial - también se tomó prestado de la profesión médica. Sin embargo, mientras que la medición de la presión sanguínea en un entorno médico puede tardar uno o dos minutos, la prueba del polígrafo podría constar de una secuencia de preguntas que puede requerir de cinco a siete, o más minutos para completarse. Y las secuencias de preguntas se repetirán varias veces. Además, algunos exámenes constan de múltiples series de preguntas de prueba, cada una de las cuales puede repetirse varias veces. Por lo tanto, no es sorprendente que el sensor cardiográfico haya sido descrito por algunos examinados poligráficos como una fuente de incomodidad física durante la prueba. Por esta razón, ha existido cierto interés en una solución para el sensor cardiográfico que pueda obtener y registrar la señal de interés con menos molestias físicas para el examinado. Un sensor con mayores ventajas puede mejorar las señales poligráficas y también puede permitir que el examinado experimente una menor distracción durante la prueba.

Se han sugerido algunas alternativas como reemplazos potenciales para la manga del brazo braquial. Estas incluyen un sensor cardiovascular de la yema del dedo (Cestaro & Dollins, 1997) que se reportó como una alternativa no viable de la manga de brazo braquial. También se sugirió la colocación del sensor cardiográfico en la parte inferior de la pierna - aunque esto se desaconsejó ya que los profesionales médicos sugirieron que con este método puede haber un mayor riesgo de tromboembolismo [Ver Handler, Nelson y Floyd (2016) para esta discusión.].<sup>1</sup>



El tromboembolismo es una emergencia médica poco frecuente, aunque potencialmente mortal. No se conocen eventos publicados o anecdóticos de liberación de trombos que hubiera ocurrido durante la prueba poligráfica. Sin embargo, las advertencias de los profesionales médicos no deben tomarse a la ligera, y el uso continuo de la manga en las piernas ha sido discutido en los últimos años.

Otra solución propuesta es la colocación del sensor cardiográfico en el antebrazo. La colocación en el antebrazo se reporta como menos incómoda que la manga de brazo braquial. Mientras que la parte superior del brazo cuenta con neuronas grandes y altamente sensibles, especialmente en el lado medial del brazo, el antebrazo tiene un contacto más frecuente con el medio ambiente y puede ser más tolerante a varios minutos de presión semioclusiva durante la prueba poligráfica. El antebrazo tiene la ventaja adicional de una mejor proxemia social, lo que significa que puede ser menos intrusivo físicamente y más cómodo para los examinadores trabajar de manera efectiva con la manga en el antebrazo.

No es complicada la sustitución de un solo sensor, dentro del conjunto tradicional de sensores poligráficos. Un enfoque para dicha sustitución sería obtener un suficiente volumen de datos utilizando el nuevo sensor para poder sustituir los datos que dan soporte al sensor antiguo. Esto incluye el recálculo de los modelos estructurales como de los tamaños de los efectos. Otro enfoque será esperar un *reemplazo directo* del sensor antiguo - sin necesidad de replicar o repetir los estudios de desarrollo y validación existentes.

<sup>1</sup>La trombosis y también el tromboembolismo pueden ocurrir en personas de cualquier edad. El riesgo de tromboembolia desprendida aumenta con la actividad sedentaria prolongada, por ejemplo durante un viaje u otras afecciones que implican una circulación sanguínea reducida. Un peligro potencial es que el trombo desprendido se desplace a los pulmones, con el problema potencial de obstrucción de la circulación, daño a los pulmones e incluso la muerte (CDC, 2022, 9 de junio).



Un reemplazo inmediato satisfactorio requerirá una correlación muy alta entre los datos de los sensores antiguos y de reemplazo.

Este proyecto tiene como objetivo investigar posibles ubicaciones o ubicaciones alternativas como un reemplazo directo para la colocación de la manga braquial tradicional, que incluyen el uso del sensor de cardiógrafo en la parte inferior de la pierna<sup>2</sup> y el antebrazo.

### **Método**

Los datos poligráficos se recolectaron de una cohorte de adultos jóvenes sujetos al polígrafo utilizando el conjunto normal de sensores de registro poligráficos, junto con un dispositivo de interfaz de datos adicional para registrar datos para un segundo sensor de cardiógrafo. Se recogieron dos conjuntos de datos usando los dos sensores de cardiógrafo simultáneos.

### **Participantes**

Los participantes incluyeron 16 adultos jóvenes de 25 a 37 años sin problemas médicos o de salud mental conocidos. Fueron 7 participantes femeninas y 9 masculinos. Todos ellos empleados por el gobierno de un país latinoamericano.

### **Instrumentación**

Los datos se recolectaron mediante el uso de una computadora portátil Dell ejecutando sistema operativo Windows 7 conectado al sistema de adquisición

<sup>2</sup> No se recomienda seguir utilizando el procedimiento de manga de pierna debido a las preocupaciones expresadas por los profesionales médicos que involucran el potencial de cierto aumento en el riesgo de trombosis. Se incluyen en este análisis los datos de la manga de pierna porque los datos estaban disponibles antes del cambio en los procedimientos recomendados y para mostrar las ventajas y diferencias potenciales inherentes a las diferentes soluciones de procedimiento.



de datos LX5000 (Lafayette Instrument Co.), que incluyó canales de registro para la respiración torácica y abdominal, actividad cardiovascular, actividad electro dérmica, actividad física y actividad vasomotora. El diseño de la interfaz de datos se integró con la versión 11.4.1 de LXSoftware. Se integró también un sistema de adquisición de datos adicional, un LX4000 (también de Lafayette Instrument Co., Lafayette, IN) al software de grabación. De esta manera, los datos del sensor del cardiógrafo podían capturarse simultáneamente de forma tradicional mostrando el de la parte superior del brazo sobre la arteria braquial, y un segundo sensor de cardiógrafo colocado en la parte inferior de la pierna y el antebrazo.

### **Recolección de Datos**

La recolección de datos tuvo lugar durante el 2015 y fue supervisada por los autores. Se registraron dos muestras para cada participante. La actividad de registro consistió en una prueba poligráfica común de reconocimiento - una forma de prueba de práctica utilizada para familiarizar al examinado y para asegurarse de una funcionalidad correcta del instrumento antes de registrar datos para formatos CQT. El formato de prueba de familiarización fue una prueba de solución conocida, en la que se presenta al sujeto una serie de preguntas de estímulo sobre su apellido, y donde se le indica que responda incorrectamente en respuesta a la pregunta que incluye su apellido real. [Consulte Nelson, Prado, Blalock y Handler (2018) para obtener información detallada sobre el historial y el uso de la prueba de reconocimiento de solución conocida.]

Se obtuvieron dos muestras de datos de cada participante. Una muestra incluyó la manga tradicional del brazo braquial con el segundo sensor cardiográfico conectado en la parte inferior de la pierna. Las presiones de la manga braquial se ajustaron a 65 mmHg durante las pruebas (Nelson, 2016). Esta presión se seleccionó porque es menor que la presión sanguínea



diastólica promedio (120/80 mmHg) y por lo tanto, se supone que es semioclusiva o suboclusiva, pero aún suficiente para proporcionar datos poligráficos utilizables al tiempo que genera menos molestias físicas en el examinado en comparación con un nivel de presión alta. Las presiones de la manga de la pierna se incrementaron a 90 mmHg para mejorar la calidad de los datos, y aun así producían menos incomodidad física reportada por los examinados. Las presiones de la manga de la pierna estaban cerca de la presión arterial media promedio (PAM)<sup>3</sup>, y se supuso que permanecían sub oclusivas o semi oclusivas. La otra muestra incluyó la manga de brazo braquial tradicional con el segundo sensor cardiográfico colocado en el antebrazo. Las presiones de la manga del antebrazo se limitaron a 65 mmHg, muy por debajo del PAM promedio, y produjeron menos molestias físicas reportadas por los examinados en comparación con la manga de brazo braquial tradicional. Las dos mangas se colocaron en lados opuestos, derecho e izquierdo para cada muestra. Se obtuvieron dieciséis muestras utilizando la manga alternativa para la pierna, y se obtuvieron dieciséis muestras utilizando la manga alternativa para el antebrazo.

Para una mejor comprensión de las posibles similitudes y diferencias entre los datos de diferentes instrumentos que operan simultáneamente, se registró un pequeño número de casos utilizando dos mangas de antebrazo colocadas en los lados derecho e izquierdo del sujeto. Los resultados gráficos se muestran en el apéndice A para dos casos para los que la media fue  $r = .959$ .

<sup>3</sup> La presión arterial media (PAM) se calcula  $PD + 1/3PP$  donde PD es la presión diastólica y PP es la presión de pulso o la diferencia entre las presiones sistólica y diastólica (Handler, Geddes y Reicherter, 2007). De acuerdo con DeMers & Wachs (2022), se requieren valores de MAP de 60 mmHg o más para mantener la perfusión, y la reducción de MAP por debajo de 60 mmHg durante períodos prolongados de tiempo puede conducir a isquemia e infarto.



## **Análisis**

Los datos se exportaron al formato NCCA ASCII (Equipo Editorial, 2019) y se importaron al Lenguaje R (Core Team R, 2022) para su computación estadística. Para cada caso, se calcularon coeficientes de correlación para los datos de las series temporales registradas en las mangas de cardio.

Los datos de series de tiempo se procesaron a 30 muestras por segundo y no se sometieron a filtrado o procesamiento de señales adicionales posterior a su grabación. Luego se calcularon los coeficientes de correlación medios para los datos de la manga braquial y de pierna, y para los datos de la manga braquial y de antebrazo.

## **Resultados**

Con frecuencia, los datos de prueba poligráfica en los exámenes de campo se observan con calidad variable. La calidad interpretable de los datos del cardiógrafo puede verse afectada por diferentes tipos de artefactos en los datos, que incluyen la fluctuación de la presión arterial respiratoria, fasciculaciones, movimiento físico, extrasístoles (latidos cardíacos ectópicos), arritmia, inestabilidad general, amortiguación y otros artefactos. [Consulte Nelson (2022) para obtener una descripción de los artefactos cardiovasculares comunes durante las pruebas de polígrafo.] Se puede esperar que diferentes soluciones de colocación del sensor cardiográfico podrían aumentar o disminuir la robustez y vulnerabilidad de los datos del cardiógrafo ante los artefactos en los datos.

Los datos del sensor cardiográfico también podrían mostrar una tendencia descendente durante varios minutos después de la colocación inicial y el inflado. Los examinadores poligráficos de campo piensan que esta observación común, se debe posiblemente a la conformación de los materiales elásticos y textiles utilizados para construir el sensor



cardiográfico, al tiempo que se hace la presurización durante el registro de datos. Este efecto puede mitigarse mediante procedimientos cuidadosos cuando coloca el sensor y a menudo se reduce después de los primeros minutos de la grabación de los datos. Durante la prueba poligráfica de campo, la tendencia descendente puede disiparse durante la prueba de reconocimiento. Debido a que este proyecto involucró solamente la prueba de familiarización, no existió la oportunidad de disipación antes del registro de datos.

La inspección visual de los datos de las dos muestras sugirió que eran de calidad aceptable para su uso o interpretación, aunque con cierta variación en la facilidad o dificultad para poder trabajar con los datos de todos los sensores registrados. Además, se observaron diferencias en la aparición de artefactos en los datos para las diferentes ubicaciones o colocaciones del sensor de cardiógrafo. Los datos con buena calidad estadística pueden variar de manera distinta en comparación con los datos de calidad marginal o deficiente.

No se esperan correlaciones perfectas para las diferentes colocaciones del sensor cardiográfico. Sin embargo, se puede esperar que la fuerza de asociación en los datos ante diferentes ubicaciones de la manga podría variar ante datos de calidad interpretable distinta. Datos con mayor calidad y estabilidad pueden correlacionarse más fuertemente ante diferentes sensores de grabación, al tiempo que los artefactos y la inestabilidad contribuyen a asociaciones más débiles entre las diferentes colocaciones de los sensores. Por esta razón, cada muestra se sometió a un semianálisis dividido.

Para cada muestra, las correlaciones entre los datos de series temporales de la colocación de la manga braquial y colocaciones alternas se ordenaron por rango y luego se dividieron en cuartiles. Para cada muestra, la mitad inferior constó de los cuartiles 1 y 2, mientras que la mitad superior constó de los cuartiles 3 y 4. Cada mitad constituyó la  $\frac{1}{2}$  de los casos para cada muestra. Se calcularon entonces por separado las medias para cada muestra y cada



mitad dividida. El apéndice C muestra los datos de series temporales trazados para la mitad superior (cuartiles 3 y 4) de la muestra de la manga de pierna. El apéndice D muestra los gráficos de datos para la mitad inferior (cuartiles 1 y 2) de la muestra de la manga de pierna. El apéndice E muestra los gráficos para la mitad superior de la muestra de la manga del antebrazo, y el apéndice F muestra la mitad inferior.

La tabla 1 muestra el coeficiente de correlación de Pearson para cada mitad dividida de las dos muestras, junto con las correlaciones de todos los cuartiles combinados para cada muestra. Los intervalos de confianza se obtuvieron usando un procedimiento de arranque (bootstrap) Monte Carlo.

**Tabla 1. Coeficientes de correlación de Pearson [intervalos de confianza del 95%] para cada mitad dividida de las muestras de manga de pierna y manga de antebrazo.**

	<b>Combinación (todos cuartiles)</b>	<b>Correlación de mitad inferior(1º y 2ºs cuartiles)</b>	<b>Correlación de la mitad superior (3ºs y 4ºs cuartiles)</b>
<b>Manga braquial y de pierna</b>	r = .818 [.539, .971]	r = .701 [.521 .815]	r = .936 [.863 .973]
<b>Manga braquial y de antebrazo</b>	r = .852 [.561 .985]	r = .734 [.549 .903]	r = .969 [.955 .989]



Para una mejor comprensión de la influencia en la colocación del sensor cardiográfico en la calidad de los datos, el segundo autor codificó los artefactos en los datos para todos los casos, que incluyeron la fluctuación de la presión arterial respiratoria, los movimientos físicos, las fasciculaciones, la inestabilidad general, las extrasístoles, la cardioarritmia y la cardioamortiguación. Se muestra una tabla de frecuencia de artefactos para cada muestra en el apéndice B. La tabla 2 muestra las medias de arranque (bootstrap) y los intervalos de confianza del 95%, que se obtuvieron utilizando un arranque (bootstrap) Monte Carlo, para el número de casos en los que se observaron diferentes tipos de artefactos cardiovasculares. Estos intervalos son una estimación del rango de proporciones, que se basa en los datos observados, para los que se puede esperar que otros casos exhiban estos artefactos cardiovasculares. No se observaron arritmias cardiovasculares ni amortiguación cardiovascular en ninguna de las dos muestras, pero se estimó a un valor de .005.

**Tabla 2. Media y [IC del 95%] para las frecuencias de artefactos de datos cardiovasculares observados**

	Braquial	Pierna	Braquial	Antebrazo
*FRPS (leve)	.005 [<.001, .063]	.312 [.125, .563]	.065 [<.001, .188]	.186 [<.001, .375]
FRPS (moderada/severa)	.125 [<.001, .313]	.004 [<.001, .063]	.440 [.188, .688]	.006 [<.001, .063]
Fasciculaciones	.064 [<.001, .188]	.062 [<.001, .188]	.004 [<.001, .063]	.004 [<.001, .063]
Movimiento Físico	.005 [<.001, .063]	.005 [<.001, .063]	.005 [<.001, .063]	.062 [<.001, .188]
Extrasístoles	.064 [<.001, .188]	.062 [<.001, .188]	.005 [<.001, .063]	.006 [<.001, .063]
Inestabilidad general	.005 [<.001, .063]	.005 [<.001, .063]	.126 [<.001, .313]	.004 [<.001, .063]
Arritmia	.005 [<.001, .063]	.005 [<.001, .063]	.005 [<.001, .063]	.005 [<.001, .063]
Atenuado/Sin respuesta	.005 [<.001, .063]	.005 [<.001, .063]	.005 [<.001, .063]	.005 [<.001, .063]
Otro artefacto	.061 [<.001, .188]	.065 [<.001, .188]	.004 [<.001, .063]	.005 [<.001, .063]
Dato de cardio descendente (25%)	.189 [<.001, .375]	.561 [.313, .813]	.125 [<.001, .313]	.126 [<.001, .313]

\*Fluctuación Respiratoria de la Presión Sanguínea

La inspección de la frecuencia de los artefactos sugiere que la colocación del sensor cardiográfico en la pierna dio como resultado un aumento en los datos de cardiógrafo descendentes. Nueve (9) de 16 casos en la muestra de la manga de pierna exhibieron un descenso cardiovascular del 25% o más de la escala gráfica vertical (eje y). Esto puede deberse a la conformación y sedimentación



de los materiales elásticos y textiles de la manga después de que la manga se presuriza y puede disminuir después de los primeros minutos. Otra observación es que la ocurrencia de la FRPS de moderada a severa se redujo para ambas ubicaciones de colocación alternativas en comparación con la ubicación braquial tradicional.

Aunque el número de casos con fluctuación respiratoria moderada o severa en los datos cardiovasculares disminuyó cuando el sensor cardiográfico se colocó en la pierna y el antebrazo, aumentó el número de casos en los que se observó una señal leve de la respiración para ambas muestras. Con el fin de codificar estos datos, el FRPS leve se definió como un patrón que, aunque observable en los datos del cardiógrafo, no se esperaba que influyera en la extracción de características poligráficas o en el análisis de datos, y que podría ignorarse o pasarse por alto fácilmente.

Se utilizó una prueba de suma de rangos de Kruskal-Wallis (Hollander & Wolfe, 1999), una forma de ANOVA no paramétrico, para verificar la distancia estadística entre la frecuencia de aparición de los artefactos en los datos del cardiógrafo mostrados en la Tabla 2. Esta prueba se usó porque no asume una distribución normal y puede funcionar con muestras pequeñas. Con dos muestras es equivalente a una prueba de Wilcoxon-Mann-Whitney, que también es una prueba t no paramétrica, pero puede tolerar mejor la existencia de valores vinculados. Las diferencias en la aparición de artefactos en los datos cardiográficos no fueron estadísticamente significativas para la colocación del sensor del cardiógrafo en la pierna [ $p=.815$ ,  $df=1$ ,  $\chi^2=.052$ ] o el antebrazo [ $p=.939$ ,  $df=1$ ,  $\chi^2=.006$ ].

## Discusión

En este estudio se recolectaron grabaciones simultáneas de series de tiempo de los datos cardiográficos utilizando el sensor de cardiógrafo colocado en la ubicación braquial tradicional además de las colocaciones



de manga en pierna y manga de antebrazo. Se desean soluciones alternativas para la manga de brazo braquial tradicional usada en pruebas de evaluación poligráfica de la credibilidad por dos razones principales: reducir la vulnerabilidad de los datos del sensor del cardiógrafo ante artefactos que pueden interrumpir la usabilidad de los datos, y reducir el nivel de incomodidad física que pueden experimentar y reportar los examinados poligráficos. Los datos se obtuvieron utilizando una forma común de prueba de reconocimiento o práctica. Se calcularon correlaciones para las dos colocaciones alternativas de la manga. Se observaron correlaciones muy altas para ambos sensores cuando los datos registrados eran estables y de calidad interpretativa aceptable.

Como todos los proyectos, este estudio no está exento de algunas limitaciones. La primera limitación es que este estudio se restringe al contexto poligráfico y no implica el uso de colocaciones alternativas de la manga cardiaca en el uso médico. Otra limitación de este proyecto es el tamaño pequeño de la muestra. Aunque casi siempre se prefieren tamaños de muestra más grandes, este pequeño estudio proporciona información interesante donde no existe información analítica previa. Una limitación relacionada es que los datos para este estudio, como en muchos estudios de polígrafo, se limitan a personas de características funcionales normales en términos de salud médica y mental.

Una limitación adicional de este proyecto es que los datos para este estudio se recolectaron solamente por la prueba de reconocimiento y no incluyen datos de graficas de prueba con preguntas de comparación. Aunque puede ser tentador especular si podrían observarse diferencias significativas entre las correlaciones de los datos del sensor cardiográfico entre pruebas de familiarización y pruebas con preguntas de comparación, actualmente tal especulación no se respalda por evidencia de diferencias reales y o del por qué podrían existir tales diferencias. Aunque el presente estudio de correlación



presenta una correlación muy alta para los datos de series temporales de polígrafo entre la colocación de manga cardiográfica en diferentes ubicaciones, la investigación futura debería enfocarse en evaluar los tamaños del efecto de los resultados poligráficos utilizando la solución de manga de antebrazo.

Se realizaron algunas observaciones anecdóticas durante la recopilación de datos para este estudio. Se observó que puede ser más difícil lograr datos estables con la manga de pierna que con la manga braquial y de antebrazo. Se observaron más casos en los que los datos de la manga de pierna descendieron más del 25% del eje Y durante la aplicación de la prueba de reconocimiento. Este patrón descendente puede ser el resultado de la conformación de los materiales elásticos y textiles la manga cuando se presurizan. Generalmente, la tendencia descendente en los datos se disipa después de unos minutos. En términos prácticos, esto puede indicar que la colocación efectiva de la manga cardiográfica en la pierna puede ser más compleja o difícil.

La colocación del sensor cardiográfico requiere de la intrusión del examinador en el espacio personal del examinado y de cierto contacto físico con el examinado. La colocación en el antebrazo dentro de la zona proxémica personal (Hall, 1969) - alrededor de 18 a 48 pulgadas en torno a una persona - puede brindar una oportunidad más cómoda para que los examinadores trabajen la manga hasta el punto de estabilidad antes de registrar los datos. En contraste, la manga braquial puede considerarse más cercana a la zona de mayor intimidad - el espacio de menos de 18 pulgadas alrededor de una persona. La colocación del sensor cardiográfico en la parte inferior de la pierna genera la posibilidad de dificultades sociales y personales adicionales cuando el examinador se inclina frente a las piernas del examinado, y esto puede contribuir a un despliegue ineficaz y una mayor incidencia de datos descendentes durante los primeros minutos de la recopilación de datos.

Una observación no inesperada fue que en comparación con la manga braquial tradicional, los examinados reportaron menos molestias físicas por



la colocación del sensor cardiográfico en el antebrazo y la pierna. Causarles molestias físicas a otras personas es una fuente potencial de controversia ética, incluso durante las interacciones profesionales, y por lo tanto no está exento de la necesidad de ser discutido. Este tipo de controversias se puede reducir cuando existen alternativas que contribuyen a una menor incomodidad. En consecuencia, el uso de métodos que contribuyen a una incomodidad física puede considerarse éticamente más cuestionable cuando existen alternativas viables. No se capturaron datos subjetivos u objetivos en un intento de cuantificar el nivel de incomodidad física experimentado por los examinados ante cualquiera de las soluciones de colocación utilizadas en este proyecto.

Se hicieron otras observaciones anecdóticas. Una observación potencialmente útil fue que la fluctuación respiratoria de la presión arterial, una condición involuntaria común que puede complicar el análisis de datos, a veces puede reducirse mediante estrategias simples como elevar el antebrazo, estirar el brazo y colocar la manga del cardiógrafo en la parte más pequeña del antebrazo por encima de la muñeca. Una observación final fue que la colocación de la manga del cardiógrafo en el antebrazo era más fácil que la ubicación braquial tradicional - a pesar del hecho de que la colocación del sensor del cardiógrafo en el antebrazo con personas con antebrazos de pequeño tamaño requería más envoltura de la parte textil del sensor. La colocación en el antebrazo puede ser más fácil con el uso de un sensor cardiográfico con un tamaño óptimo para la ubicación en el antebrazo. Una observación anecdótica final fue que realizar un examen con menos molestias físicas puede contribuir a mejorar la atención a los estímulos de la prueba y a una mejor calidad de la señal.

La sustitución de una colocación de sensor de grabación que está respaldada por décadas de investigación de su validez, por modelos estadísticos publicados y por experiencia de campo exhaustiva es una tarea compleja. Una solución conveniente o ideal sería un reemplazo de sensor a manera de reemplazo



directo que proporciona una correlación muy alta con el sensor reemplazado, cuando los datos son de calidad interpretable normal, sin artefactos, al tiempo que aumenta el número de casos para los que los datos del sensor de cardiógrafo seguirán siendo utilizables. En este proyecto, se observaron correlaciones muy altas entre las dos ubicaciones alternativas para el sensor del cardiógrafo: la parte inferior de la pierna y el antebrazo. Las correlaciones fueron más débiles cuando los datos de uno de los sensores descendían más que el otro durante el registro, y cuando los datos no eran estables. Las correlaciones fueron más fuertes cuando los datos de ambos sensores eran estables y cuando los datos de ambos sensores eran descendentes. Estos resultados sugieren que los examinadores de campo deben tener cuidado de garantizar la estabilidad y la facilidad de uso de los datos del sensor del cardiógrafo antes del inicio del registro.

Los resultados de este estudio sugieren que las dos soluciones de colocación de sensores de cardiógrafo alternativos, la manga de pierna y de antebrazo, pueden ser adecuados para su uso inmediato y pueden proporcionar algunas ventajas en términos de mejora en la calidad de los datos. Sin embargo, las preocupaciones relacionadas con la trombosis, un evento médico serio, aunque raro, debería excluir un mayor interés en el uso de la manga en las piernas. Podría darse una discusión ética en torno al uso de una solución que aumenta el riesgo médico cuando existen opciones con menor riesgo médico y que pueden ser similar o potencialmente más efectivas. Se recomienda la replicación de este estudio y del interés continuo en la colocación de manga del antebrazo.



## Referencias

- Center For Disease Control and Prevention (CDC). (2022, June 9). *What is Venous Thromboembolism?* <https://www.cdc.gov/ncbddd/dvt/facts.html>
- Cestaro, V. L., & Dollins, A. B. (1997). A comparison of signals measured from occlusive and arm finger cuffs. *Polygraph*, 26(1), 60-78.
- DeMers D, & Wachs D. (2022). *Physiology, Mean Arterial Pressure*. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK538226/>
- Editorial staff. (2019). Introduction to the NCCA ASCII standard. *Polygraph & Forensic Credibility Assessment*, 48(2), 125-135.
- Hall, E. T. (1963). A system for the notation of proxemic behavior. *American Anthropologist*, 65(5), 1003–1026.
- Hall, E. T. (1969). *The Hidden Dimension*, New York: Anchor Books.
- Handler, M. D., Geddes, L. A. & Reicherter, J. A. (2007). A Discussion of Two Diagnostic Features of the Polygraph Cardiovascular Channel. *Polygraph*, 36(2), 70-83.
- Handler, M., Nelson, R. & Floyd, A. (2016). Alternative locations for the cardio cuff. Is it safe? Are the data similar? *Polygraph*, 45(1), 54-56.
- Hollander, M. & Wolfe, D. A. (1999). *Nonparametric Statistical Methods*, 2nd edition. New York: John Wiley & Sons.
- R Core Team (2022). *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.
- Nelson, R. (2016). Practical polygraph: managing the cardio cuff sensor during the pretest interview. *APA Magazine*, 49(6), 49-52.



Nelson, R. (2022). Practical polygraph: a codex of cardio artifacts. *APA Magazine*, 55(3), 47-53.

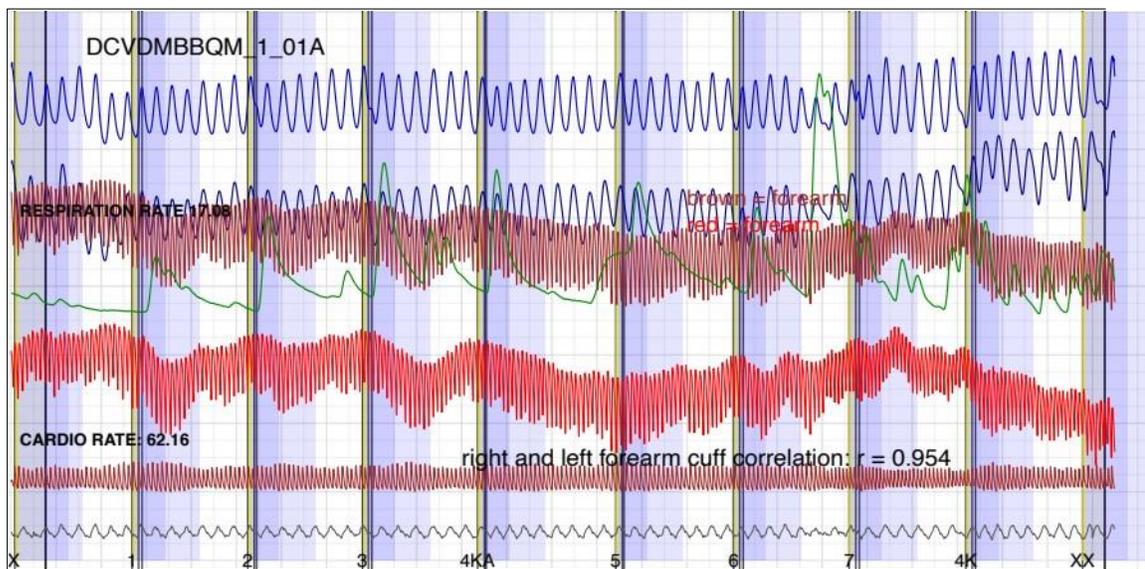
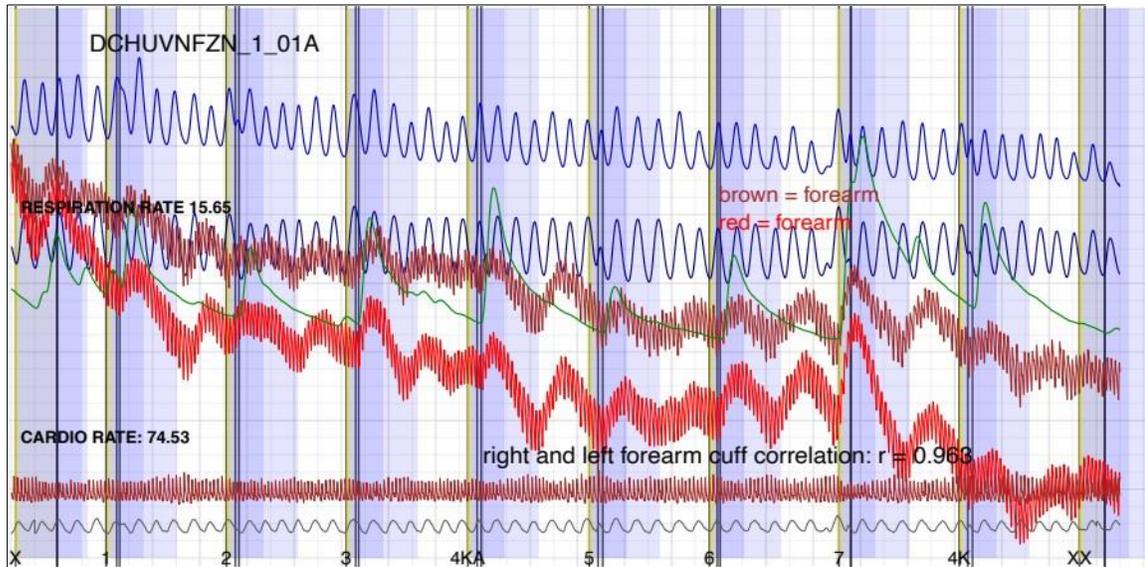
Nelson, R., Prado, R., Blalock, B. & Handler, M. (2018). Practical polygraph: the known-solution acquaintance test and functionality check. *Polygraph & Forensic Credibility Assessment*,



## Apéndice A

### Gráficos para Dos Mangas de Antebrazo

Correlación media  $r = .959$



## Apéndice B

### Códigos de Artefactos para Datos de Manga de Piernas y Antebrazos

Tabla B-1 – Artefactos observados para datos de manguito braquial y de pierna. (B = manguito braquial del brazo, L = manguito de la pierna)

Caso	RPFB (leve)	RPFB (mod / sev)	Fasciculación	Mvto. Físico	Extrasístole	Inestab. general	Arritmia	Falta de respuesta	Otro	Descendente
OGSGRVTB										B L
TVEHYBQK										B L
BDWEALAD	L								B L	B L
UDFXDVVH										
AOSJYJBX		B								
OHCSBEB	L		L							L
ZPEGMBHY										L
JMMXNYDT		B	B							L
NBDUSTSY						B L				
KXQPLAOF	L									
WTYOQNQL										
QTXIDVHL	L									L
RRFZYFV	L									L
WUUCRKKB										
ROTUIIXT										
VHYUQLXN										L



Tabla B-2 – Artefactos observados para datos del manguito braquial y del antebrazo. (B = manguito del brazo braquial, F = manguito del antebrazo)

Caso	RPF (leve)	RPF (mod / sev)	Fasciculación	Mvto Físico	Extrasístole	Inestabilidad general	Arritmia	Falta de respuesta	Otro	Descendente
MZZMPNYC										B F
KLCTWXINA										B
EPDYBIFQ										
YCGUIYEF		B								B
KMXREHQF										
MNHZWYGD										
BGDFAJTX		B								B F
TWVLVMSD	F	B								
YMITRQYP	B F									
QLTSJOBX										
XTPCIBJD										
MNSIGFCN	F	B				B				
JGTBVRYE		B								B
XNXXJEBE		B								B
QETHLJDC		B		F		B				
JSJWOJEU										



Cuadro B-3. Frecuencia de casos con artefactos cardiovasculares observados y [IC del 95%]

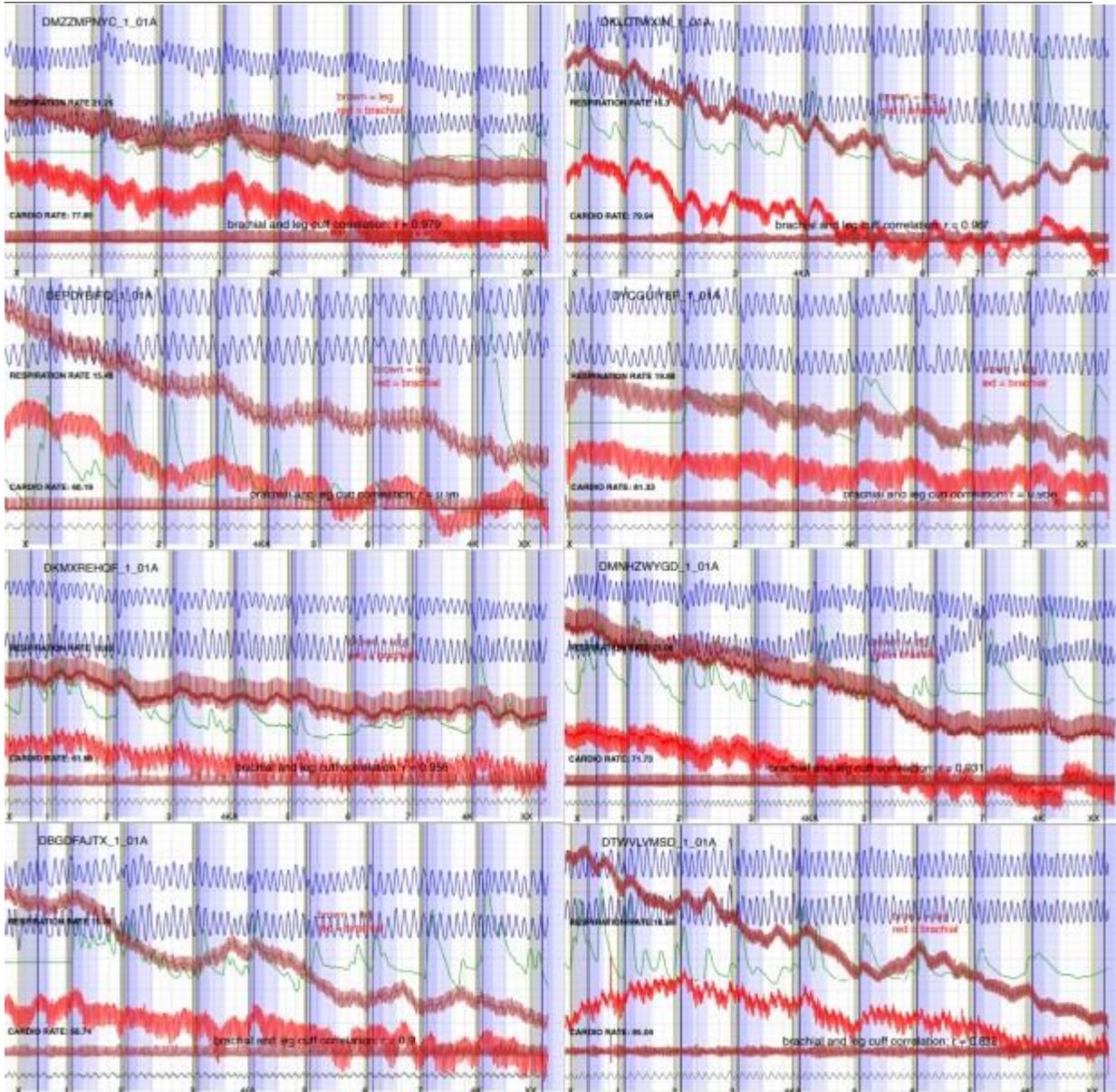
	Manga Braquial y de Pierna (n=16)		Manga Braquial y Antebrazo (n = 16)	
	<u>Braquial</u>	<u>Pierna</u>	<u>Braquial</u>	<u>Antebrazo</u>
RBPF (leve)	0	5	1	3
RBPF (moderado a severo)	2	0	7	0
Fasciculaciones	1	1	0	0
Movimiento físico	0	0	0	1
Extrasístoles	1	1	0	0
Inestabilidad general	0	0	2	0
Arritmia	0	0	0	0
Amortiguado / que no responde	0	0	0	0
Otro artefacto	1	1	0	0
Datos cardio descendentes (25%)	3	9	2	2



## Apéndice C

### Gráficos para Datos de Manga Braquial y de Pierna: Mitad Superior (3<sup>er</sup> y 4<sup>os</sup> Cuartiles)

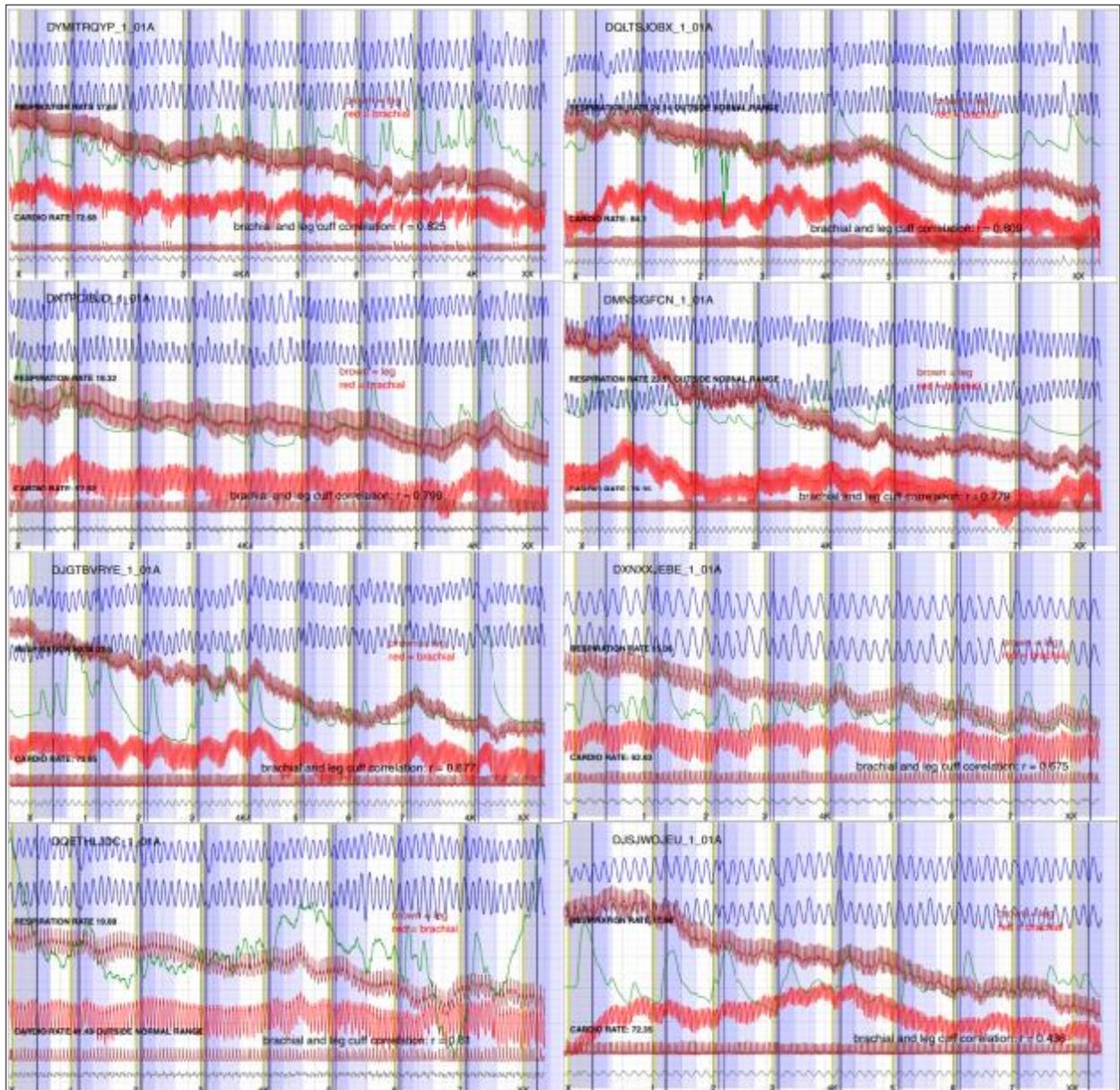
an (corDAT [rev (orden (corDAT))][1:8)] [1] 0.9355954



## Apéndice D

### Gráficas para Datos de Manga Braquial y de Pierna: Mitad Inferior(1<sup>er</sup> y 2<sup>os</sup> Cuartiles)

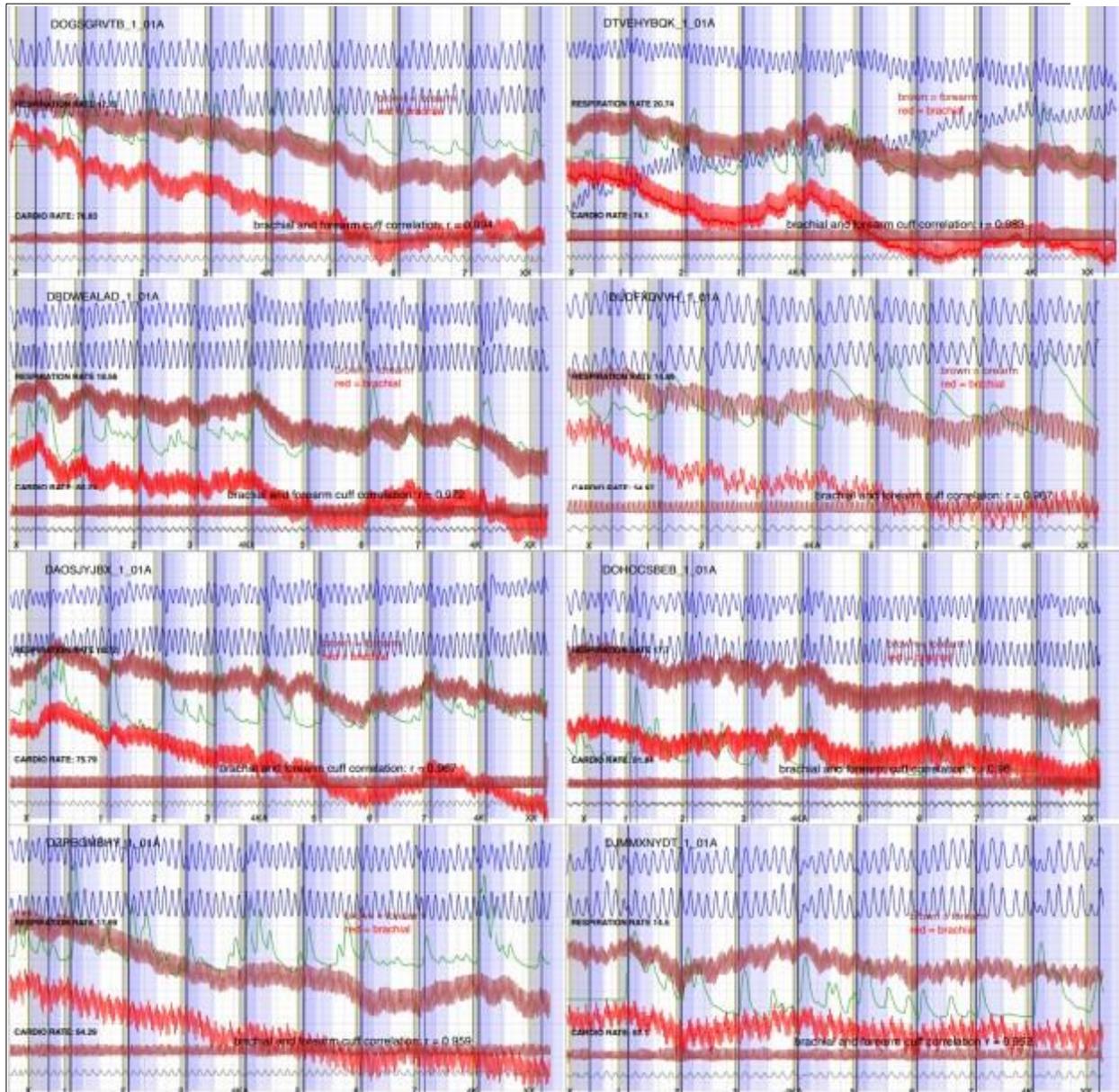
media (corDAT [rev (orden (corDAT))][9:16]) # [1] 0.7013204



## Apéndice E

### Gráficos de los Datos de Manga Braquial y de Antebrazo: (3<sup>er</sup> y 4<sup>os</sup> Cuartiles)

media (corDAT [rev (orden (corDAT))][1:8]) # [1] 0.9692815



## Apéndice F

### Gráficos para Datos de Manga Braquial y de Antebrazo: Mitad Inferior (1<sup>er</sup> y 2<sup>os</sup> Cuartiles)

media (corDAT [rev (orden (corDAT))][9:16]) # [1] 0.733963

