

Precisión de las estimaciones de las frecuencias cardíaca y respiratoria en fracciones de minuto en diferentes especies animales

Accuracy of heart and respiratory rate estimates in fractions of a minute in different animal species

Andrea Navarro-Chavoya,* Marco Antonio Benítez-García,**
Adriana Margarita-Ducoing-Watty,*** Itzcóatl Maldonado-Reséndiz****

RESUMEN

Las frecuencias cardíaca y respiratoria proveen información de gran importancia acerca del estatus clínico del paciente y constituyen dos de los primeros signos vitales a evaluar. En la práctica clínica, especialmente cuando se trabaja con animales silvestres, es importante la eficiencia en los tiempos de manejo de los ejemplares, por lo cual en ocasiones se realizan estimaciones de las frecuencias cardíaca y respiratoria con mediciones en lapsos menores a un minuto. En el presente trabajo se realizaron estimaciones de frecuencias cardíacas y respiratorias a partir de mediciones realizadas en 6, 10, 15 y 30 segundos en diferentes especies animales, estas estimaciones se compararon con las frecuencias reales medidas durante un minuto. Los resultados muestran que el grado de concordancia entre la estimación y la frecuencia real está influenciado por el tiempo de medición de la frecuencia y por la frecuencia misma (alta o baja) de cada individuo. Al realizar las comparaciones se observó una discrepancia de entre 3 y 25 latidos para las frecuencias cardíacas, y de una hasta 39 respiraciones para las frecuencias respiratorias. Estos resultados cuestionan la precisión de estimar la frecuencia cardíaca o respiratoria a partir de mediciones realizadas en lapsos menores a un minuto.

Palabras clave. Estimación, medición, frecuencia cardíaca, frecuencia respiratoria.

ABSTRACT

The heart and respiratory rate provide very important information about the clinical status of a patient, and they are two of the first vital signs to evaluate. In clinical practice, especially when working with wild animals, it is important to be efficient and to reduce the procedure time, whence on some occasions heart and respiratory rate are estimated from measurements in lapses less than one minute. In this article heart and respiratory rates were estimated from measurements done during 6, 10, 15 and 30 seconds on different animal species, and these estimations were compared with the real rates measured during one whole minute. The results show that the agreement degree between the estimation and the real rate is influenced by the measurement time and the rate (fast rate or slow rate) of each patient. The comparisons showed a discrepancy of 3 to 25 beats for the heart rates, and one to 39 breaths for the respiratory rates. These results question the accuracy of heart and respiratory rate estimations from measurements in lapses less than one minute.

Key words. Estimation, measurement, heart rate, respiratory rate.

INTRODUCCIÓN

Las frecuencias cardíaca y respiratoria forman parte de los signos vitales más importantes a evaluar durante un examen clínico ya que proveen información sig-

nificativa para determinar la condición general del paciente. Está establecido que la frecuencia cardíaca (FC) y la frecuencia respiratoria (FR) es el número total de latidos o respiraciones (respectivamente) durante un minuto,¹ pero en la práctica

clínica no siempre es posible realizar las mediciones de estas frecuencias durante un minuto completo.

La FC y FR pueden variar ampliamente en diferentes especies animales. Por ejemplo, el ratón doméstico (*Mus musculus*) tiene una FC de 325-780 latidos por minuto y una FR de 60-220 respiraciones por minuto,² mientras que en diferentes especies de rinocerontes la FC normal es de 30-40 latidos por minuto y la FR normal es de 6-12 respiraciones por minuto.³ Considerando estas variaciones, es importante determinar la precisión en la estimación de diversas FC y FR.

Se ha descrito que es posible estimar la FC y FR midiendo el número de lati-

* MVZ, EMCV (FS), Santa Clara Animal Hospital. Eugene, Oregon.

** MVZ, Africam Safari. Puebla, México

*** Departamento de Genética y Bioestadística, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM.

**** MVZ, EMCV (FS), Hospital Veterinario de Especialidades en Fauna Silvestre y Etología Clínica, Departamento de Etología, Fauna Silvestre y Animales de Laboratorio, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM.

dos/respiraciones durante 30 segundos y multiplicando el valor por 2 o midiendo durante 20 segundos y multiplicando el valor por 3 o, incluso, midiendo durante 15 segundos y multiplicando el valor por 4.^{4,5} Para el conocimiento de los autores, no existen estudios que evalúen la precisión de estas estimaciones.

Se hipotetizó que la discrepancia entre la frecuencia estimada y la real está determinada por el tiempo de medición (diversas fracciones de minuto) y por la frecuencia real de la especie (frecuencias altas o rápidas a frecuencias bajas o lentas). Para ello, es importante determinar el grado de concordancia entre la frecuencia real y la estimada en diferentes especies animales. El objetivo fue determinar el grado de concordancia entre la FC y FR estimada y la FC y FR real, en diferentes lapsos de medición en diferentes especies animales.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un estudio prospectivo, transversal y observacional. Se midieron las FC de 22 individuos y las FR de 29 individuos, sin consideración de edad, género, estado clínico o tipo de contención (física o química). El grupo de estudio incluyó diferentes especies de aves y mamíferos del *Parque Ecológico Africam Safari* (Puebla, México) y del Hospital Veterinario de Especialidades en Fauna Silvestre y Etología Clínica de la Universidad Nacional Autónoma de

México (Ciudad de México). Se excluyeron pacientes con frecuencias mayores a 400 latidos por minuto, así como especies con adaptaciones fisiológicas que pueden afectar la FC y/o FR, como la apnea voluntaria en tortugas acuáticas,^{6,7} o la arritmia sinusal en hurones y cánidos.^{8,9} Todas las mediciones se realizaron durante evaluaciones clínicas rutinarias, por lo cual no se requirió aprobación de un comité de ética.

La medición de la FC se realizó a través de la auscultación torácica con dos fonendoscopios diferentes, regular o pediátrico (dependiendo el tamaño del paciente) de la marca Littmann®. La medición de la FR se realizó a través de la observación directa de los movimientos torácicos. Ambas frecuencias se midieron durante un minuto completo, registrando el número de latidos/respiraciones obtenidas a los 6, 10, 15 y 30 segundos (intervalos de estimación), y al finalizar el minuto (frecuencia real).

Las estimaciones se realizaron de la siguiente manera: los números obtenidos a los 6 segundos se multiplicaron por 10, los números obtenidos a los 10 segundos se multiplicaron por 6, los números obtenidos a los 15 segundos se multiplicaron por 4 y los números obtenidos a los 30 segundos se multiplicaron por 2. Las mediciones se realizaron 3 veces en cada paciente, y se calculó el promedio y la desviación estándar (SD) de estas repeticiones para cada paciente en cada intervalo de estimación.

Las frecuencias estimadas promedio se compararon con las frecuencias reales promedio, obteniendo así la discrepancia

entre ambas para cada paciente en cada intervalo de estimación.

Para el análisis de datos, los individuos fueron separados en dos grupos de acuerdo con la velocidad de su frecuencia: para la FC el grupo 1 incluyó individuos con 30-120 latidos por minuto, y el grupo 2 incluyó individuos con 121-230 latidos por minuto. Para la FR el grupo 1 incluyó individuos con 0-30 respiraciones por minuto y el grupo 2 incluyó individuos con 31-90 respiraciones por minuto. El objetivo de esta separación fue determinar si la velocidad de las frecuencias afecta el grado de concordancia entre la frecuencia estimada y la real.

Se obtuvo el promedio de la desviación estándar en cada intervalo de estimación para cada grupo, y a partir de estos datos se realizó el análisis estadístico de acuerdo al método Bland-Altman.¹⁰

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Este estudio incluyó 22 individuos para la FC: 14 mamíferos y 8 aves, 12 colocados en el grupo 1 (30-120 latidos por minuto) y 10 colocados en el grupo 2 (121-230 latidos por minuto). Para la FR se evaluaron 29 individuos: 20 mamíferos y 9 aves, 14 colocados en el grupo 1 (0-30 respiraciones por minuto) y 13 colocados en el grupo 2 (31-90 respiraciones por minuto).

Se identificó una discrepancia máxima de 14 latidos cuando la FC fue estimada a los 6 segundos en el grupo 1 (*Cuadro 1*) y de 24 latidos cuando la FC fue estimada a

Cuadro 1. Límites de concordancia, intervalos de confianza para límites de concordancia e intervalos de confianza para el sesgo de las frecuencias cardíacas del grupo 1.

		Estimación (segundos)			
		A los 6 s	A los 10 s	A los 15 s	A los 30 s
Límites de concordancia	Inferior	-11.98	-8.45	-5.91	-3.26
	Superior	14.02	10.11	8.16	5.30
Intervalo al 95% de confianza para el límite inferior de concordancia	Inferior	-19.14	-13.56	-9.78	-5.62
	Superior	-4.83	-3.34	-2.04	-0.91
Intervalo al 95% de confianza para el límite superior de concordancia	Inferior	6.87	5.01	4.29	2.94
	Superior	21.18	15.23	12.03	7.66
Intervalo al 95% de confianza para el sesgo	Sesgo inferior	-3.11	-2.12	-1.11	-0.34
	Sesgo superior	5.15	3.78	3.36	2.38

Cuadro 2. Límites de concordancia, intervalos de confianza para límites de concordancia e intervalos de confianza para el sesgo de las frecuencias cardíacas del grupo 2.

		Estimación (segundos)			
		A los 6 s	A los 10 s	A los 15 s	A los 30 s
Límites de concordancia	Inferior	-11.85	-13.33	-6.76	-15.46
	Superior	19.72	19.11	14.14	24.77
Intervalo al 95% de confianza para el límite inferior de concordancia	Inferior	-21.63	-23.37	-13.24	-27.92
	Superior	-2.07	-3.28	-0.29	-3.00
Intervalo al 95% de confianza para el límite superior de concordancia	Inferior	9.94	9.06	7.67	12.31
	Superior	29.50	29.15	20.62	37.23
Intervalo al 95% de confianza para el sesgo	Sesgo inferior	-1.71	-2.91	-0.05	-2.54
	Sesgo superior	9.58	8.69	7.43	11.85

Cuadro 3. Límites de concordancia, intervalos de confianza para límites de concordancia e intervalos de confianza para el sesgo de las frecuencias respiratorias del grupo 1.

		Estimación (segundos)			
		A los 6 s	A los 10 s	A los 15 s	A los 30 s
Límites de concordancia	Inferior	-4.04	-2.42	-2.03	-0.76
	Superior	7.71	5.29	4.12	1.72
Intervalo al 95% de confianza para el límite inferior de concordancia	Inferior	-6.85	-4.27	-3.51	-1.35
	Superior	-1.22	-0.57	-0.56	-0.17
Intervalo al 95% de confianza para el límite superior de concordancia	Inferior	4.89	3.45	2.65	1.12
	Superior	10.53	7.14	5.60	2.31
Intervalo al 95% de confianza para el sesgo	Sesgo inferior	0.21	0.37	0.19	0.13
	Sesgo superior	3.46	2.51	1.90	0.82

Cuadro 4. Límites de concordancia, intervalos de confianza para límites de concordancia e intervalos de confianza para el sesgo de las frecuencias respiratorias del grupo 2.

		Estimación (segundos)			
		A los 6 s	A los 10 s	A los 15 s	A los 30 s
Límites de concordancia	Inferior	-39.45	-34.79	-3.59	-26.08
	Superior	30.84	28.47	6.52	35.37
Intervalo al 95% de confianza para el límite inferior de concordancia	Inferior	-57.02	-50.60	-6.11	-41.44
	Superior	-21.88	-18.97	-1.06	-10.71
Intervalo al 95% de confianza para el límite superior de concordancia	Inferior	13.27	12.66	3.99	20.01
	Superior	48.42	44.29	9.04	50.74
Intervalo al 95% de confianza para el sesgo	Sesgo inferior	-14.45	-12.29	0.01	-4.22
	Sesgo superior	5.84	5.98	2.92	13.52

los 30 segundos en el grupo 2 (*Cuadro 2*). Asimismo, una discrepancia máxima de 7 respiraciones cuando la FR fue estimada a los 6 segundos en el grupo 1 (*Cuadro 3*) y de 39 respiraciones cuando la FR fue estimada a los 6 segundos en el grupo 2 (*Cuadro 4*).

Se ha descrito que, bajo condiciones normales, existe una variación de tiempo entre cada latido y respiración consecutivos.¹¹⁻¹⁶ Así mismo, existen diferentes factores que influyen el sistema nervioso simpático y parasimpático, afectando la modulación de la FC y FR, incluyendo (pero no limitados a) edad, género, posición corporal, hora del día, temperatura externa, condición física, estrés, ansiedad, actividad física, dolor, temperatura corporal, nivel de oxígeno ambiental y algunos fármacos.^{4,12,13,15} Durante este estudio, la FC y FR se midieron después del periodo de inducción anestésica en el caso de animales de zoológico y en un estado de calma en el caso de animales de compañía no convencionales bajo contención física. Sin embargo, muchos de los factores previamente mencionados no se pueden controlar durante un examen clínico, lo cual representa una limitante para este estudio.

Los resultados observados en los *cuadros 1-4* muestran que la discrepancia entre la frecuencia estimada y la real es mayor cuanto menor es el intervalo de estimación. Sin embargo, la implicación clínica de esta discrepancia podría variar dependiendo de la velocidad de la frecuencia: por ejemplo, en un paciente con 40 latidos por minuto (se colocaría en el grupo 1 de este estudio) el límite de concordancia para la estimación a los 6 segundos muestra una discrepancia de 14 latidos, esto significa que al estimar la frecuencia a los 6 segundos se obtendría un valor 14 latidos por encima o por debajo de 40, es decir, 26 o 54 latidos, lo cual representaría bradicardia o taquicardia respectivamente. Por el contrario, en un paciente con 120 latidos por minuto (clasificado también en el grupo 1) se obtendría un valor de 106 o 134, lo cual no representa un cambio clínicamente significativo.

En el grupo 2 de FC y FR se observó un comportamiento similar, exceptuando la

estimación a los 30 segundos. Al analizar los datos se observaron dos individuos que pudieron ser causantes de ese cambio: un erizo pigmeo africano (*Atelerix albiventris*) evaluado bajo contención física, durante la cual se presentaron diversos estímulos ambientales que incrementaron la FC y FR durante las mediciones y; una aguililla de Harris (*Parabuteo unicinctus*) evaluada bajo sedación durante un procedimiento médico que involucró la toma de diversas muestras, la cual pudo afectar las mediciones debido a los estímulos constantes. Al retirar a estos dos individuos del análisis los datos presentaban un comportamiento similar al mostrado en el grupo 1, sin embargo, se decidió incluirlos ya que resaltan la limitación que representa estimar la FC y FR.

La discrepancia entre la frecuencia real y la estimada es mayor en los grupos 2 (frecuencias rápidas) y menor en los grupos 1 (frecuencias lentas) tanto para FC como para FR. Este comportamiento puede ser causado debido a los valores altos en el grupo dos comparados con los valores del grupo uno.

La mayoría de los datos se encuentran dentro de los límites de concordancia, pero es importante considerar que estos límites son amplios. Esta amplitud podría ser causada debido a las variables no excluidas en este estudio, como edad, especie, género y estatus clínico, lo cual representa una limitación para este estudio.

Los resultados muestran que a medida que el tiempo de medición es menor, la discrepancia entre la estimación y la frecuencia actual es mayor. Así mismo, mientras más veloz sea la frecuencia, mayor será la discrepancia al estimar la frecuencia.

CONCLUSIONES

Aunque frecuentemente es necesario estimar la FC y FR durante evaluaciones clínicas, este estudio muestra una alta discrepancia entre las estimaciones y las frecuencias reales. Aplicado a la práctica clínica, esto podría causar una interpretación errónea del estado de salud del paciente (taquicardia/taquipnea o bradicardia/bradipnea) si esta interpretación

no se complementa con la evaluación de otros signos vitales.

Estos resultados son preliminares y son necesarios más estudios con una población de una sola especie y factores influyentes controlados para evaluar si las estimaciones resultan en una falsa taquicardia/taquipnea o bradicardia/bradipnea, y obtener resultados concluyentes.

CONFLICTO DE INTERESES

No se considera la existencia de conflictos de intereses en el presente estudio.

AGRADECIMIENTOS

Al *Parque de Conservación Africam Safari*, al Hospital Veterinario de Especialidades en Fauna Silvestre y Etología Clínica de la Universidad Nacional Autónoma de México; y a todo el personal veterinario de ambas instituciones por el permiso, apoyo y colaboración durante la recolección de datos.

REFERENCIAS

1. The University of Chicago Medicine (Actualizada 2015). Signos vitales [Internet] Chicago. [Citado 11 de noviembre 2015] Disponible en: <http://www.uchospitals.edu/online-library/content=S03372>
2. Lennox A, Bauck L. Small rodents: Basic Anatomy, physiology, husbandry, and clinical techniques. En Quesenberry K, Carpenter J. (Eds). *Ferrets, rabbits, and rodents clinical medicine and surgery*. 3a. ed. St Louis (USA): Elsevier, 2012: 339-53.
3. Miller M, Buss P. Rhinocerotidae (Rhinoceroses). En Fowler M, Miller E (Eds.). *Zoo and Wild Animal Medicine*. 8th Ed. St. Louis (USA): Elsevier, 2015: 538-46.
4. George J, Fischer G, Versh P. Test y pruebas físicas. 4th ed. Barcelona (España): *Paidotribo*, 2007: 242.
5. Villegas V. Semiología de los signos vitales: una mirada novedosa a un problema vigente. *Archivos de Medicina* 2012; 12(2): 221-40. <https://doi.org/10.30554/arch-med.12.2.10.2012>.
6. Flanagan J. Chelonians (Turtles, Tortoises). En Fowler M, Miller E (Eds), *Zoo and Wild Animal Medicine*. 8th Ed. St Louis: Elsevier, Saunders, 2015; 27-38.
7. Kirchgessner M, Mitchell M. Chelonians. En Mitchel M, Tully T. (Eds). *Manual of Exotic Animal Practices*. St. Louis (USA): Saunders, Elsevier 2009: 207-49.

8. Montoya JA, Ynaranja E. Arritmias cardíacas en la clínica del perro y del gato. Una revisión bibliográfica y su enfoque práctico. *Clin Vete Peq Anim* 1992; 12(4): 201-28.
9. Powers L, Brown S. Ferrets: Basic Anatomy, Physiology, and Husbandry. En Quesenberry K, Carpenter J. (Eds). *Ferrets, rabbits, and rodents clinical medicine and surgery*. 3a. ed. St Louis (USA): Elsevier 2012: 1-12.
10. Bland JM, Altman DG. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet* (London, England) 1986; 1(8476): 307-10.
11. Benchetrit G. Breathing pattern in humans: diversity and individuality. *Respiration physiology* 2000; 122(2-3): 123-9. [https://doi.org/10.1016/s0034-5687\(00\)00154-7](https://doi.org/10.1016/s0034-5687(00)00154-7)
12. Cobo D, Daza P. Signos vitales en pediatría. *Rev Gastro* 2011; 12(1): s58-s70.
13. D'Negri C, Pssolano F, De Vito E. Variabilidad del patrón respiratorio durante la carga elástica inspiratoria. *Med (BA)* 2009; 69(3): 311-7.
14. Gallo-Villegas JA, Farbiarz-Farbiarz J, Álvarez-Montoya DL. Análisis espectral de la variabilidad de la frecuencia cardíaca. *Iatreia* 1999; 12(2): 94-104.
15. Rodas G, Carballido C, Capdevila L. Variabilidad de la frecuencia cardíaca: concepto, medidas y relación con aspectos clínicos. *Arch Med Deport* 2008; 25(213): 41-7.
16. Tobin MJ, Yang KL, Jubran A, Lodato RF. Interrelationship of breath components in neighboring breaths of normal eupneic subjects. *American journal of respiratory and critical care medicine* 1995; 152(6): 1967-76 (Pt. 1). <https://doi.org/10.1164/ajrccm.152.6.8520764>