

FRECUENCIA CARDIACA: Una revisión sistemática

HEART RATE: A systematic review

Autor

Jonathan Josué Vázquez Pérez¹, Olga Noemí Cervacio Beas²
Laura Elena de Luna Velasco³, Lidia García Ortiz⁴

¹ Doctor en Ciencias Médicas, Profesor en el Centro Universitario del Sur, Universidad de Guadalajara, Ciudad Guzmán, México.

² Egresada en Servicio Social de la Licenciatura en Enfermería. Centro Universitario del Sur, Universidad de Guadalajara, Ciudad Guzmán, México

³ Doctorante en Psicología con Orientación en Calidad de Vida y Salud, Profesora en el Centro Universitario del Sur, Universidad de Guadalajara, Ciudad Guzmán, México.

⁴ Doctora en Ciencias en Enfermería, Profesora en el Centro Universitario del Sur, Universidad de Guadalajara, Ciudad Guzmán, México.

Dirección para correspondencia

Lidia García Ortiz

Correo electrónico

lidia.garcia@cusur.udg.mx

DOI: <https://doi.org/10.59322/90.7186.LR5>

Resumen

- **Introducción.** La frecuencia cardiaca es el número de contracciones del corazón por unidad de tiempo, el objetivo fue describir la evidencia científica actual disponible.
- **Método.** Se realizó la revisión sistemática a través de la búsqueda de la evidencia científica en bases de datos y se emplearon descriptores en ciencias de la salud, se estableció el siguiente protocolo de búsqueda: "Frecuencia cardiaca" o "Determinación de la frecuencia cardiaca", los criterios empleados fueron: temporalidad, idioma y textos completos, para el proceso de búsqueda y extracción se consideraron los elementos para revisiones sistemáticas y se determinó el nivel de evidencia y grado de recomendación.
- **Resultados.** Tras la lectura crítica de 29 artículos, se identificó que prevalecieron los estudios de tipo revisiones con un nivel de evidencia 2++ y grado de recomendación B, 31 %, seguido de estudios experimentales 17 %, ensayos clínicos aleatorizados y estudios analíticos 10 %. Para el análisis y presentación de la evidencia se agruparon en tres temáticas: frecuencia cardiaca en reposo, variabilidad de la frecuencia cardiaca y determinación de la frecuencia cardiaca mediante la innovación de nuevos métodos para su medición.
- **Conclusión.** El vacío teórico se encuentra en la falta de estudios de tipo experimental y en el área disciplinar de enfermería. La evidencia señala que la frecuencia cardiaca es un indicador predictivo de la aparición de eventos coronarios, accidentes cerebrovasculares y muerte súbita, por lo que debería de explorarse más este fenómeno, impulsar la creación de una guía de práctica clínica que fortalezca la medición y valoración.

Palabras clave: frecuencia cardiaca, determinación de la frecuencia cardiaca, signos vitales, enfermería basada en la evidencia, revisión sistemática.

Abstract

- **Introduction.** Heart rate is the number of heart contractions per unit of time, the objective was to describe the current scientific evidence available.
- **Method.** A systematic review was carried out by searching for scientific evidence in databases and using descriptors in health sciences, the following search protocol was esta-



blished: “Heart rate” OR “Determination of heart rate”, the criteria used were: temporality, language, and complete texts, for the search and extraction process the elements for systematic reviews were considered and the level of evidence and degree of recommendation were determined.

- ▶ **Results.** After the critical reading of 29 articles, it was identified that 31% were reviews with a level of evidence 2++ and recommendation grade B, 31%, followed by experimental studies 17%, randomized clinical trials and analytical studies 10%. For the analysis and presentation of the evidence, three topic groups were formed: heart rate at rest, heart rate variability, and determination of heart rate using the innovation in new methods for its measurement.
- ▶ **Conclusion.** The theoretical gap lies in the lack of experimental studies and in the disciplinary area of nursing. The evidence indicates that heart rate is a predictive indicator of the occurrence of coronary events, stroke, and sudden death, so this phenomenon should be further explored, and a clinical practice guideline should be created to strengthen its measurement and assessment.

Keywords: heart rate, heart rate determination, vital signs, evidence-based nursing, systematic review.

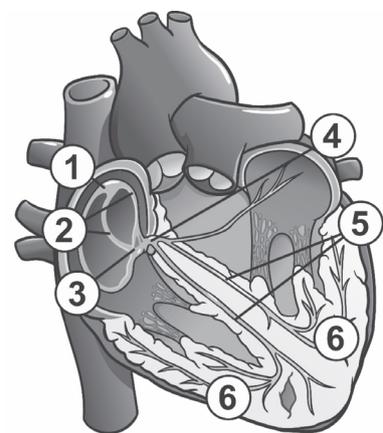
Introducción

La frecuencia cardiaca (FC) se define como el número de veces que late el corazón durante un minuto¹. Y es un indicador fisiológico que proporciona información importante sobre el estado de salud de una persona², de ahí la importancia de conocer aspectos relevantes de ella, el cómo medirla y evaluarla, por lo que el objetivo de esta revisión sistemática fue describir la evidencia científica actual disponible sobre la FC.

Es importante recapitular a través de la fisiología cómo se originan los latidos cardiacos en las regiones del corazón y cómo late normalmente en una secuencia ordenada: a la contracción de las aurículas (sístole auricular), le sigue la contracción de los ventrículos (sístole ventricular), y durante la diástole, las cuatro cámaras se relajan. La actividad eléctrica que desencadena el latido cardiaco se origina en un sistema de conducción cardiaco especializado y se propaga a través de él a todas las partes del miocardio; este sistema está conformado por las siguientes estructuras: nódulo sinoauricular (SA), vías internodulares, nódulo auriculoventricular (AV), haz AV, y las fibras de purkinje que en dicho orden generan el impulso cardiaco.

La excitación eléctrica normal comienza en el nódulo SA, reconocido como el marcapasos normal del corazón, los impulsos cardiacos se originan y generan en este nódulo y controla así el latido cardiaco. Su velocidad

de descarga es la que determina y controla la frecuencia a la que late el corazón de 70 a 80 veces por minuto; en seguida el impulso se dirige hacia las vías internodulares, que lo conducen desde el nódulo SA hasta el nódulo AV. El impulso se trasmite al nódulo AV, aquí los impulsos originados en las aurículas se retrasan alrededor de 0,1 segundos (s) antes de penetrar en los ventrículos, lo que da tiempo para que las aurículas vacíen su sangre hacia los ventrículos antes de que comience la contracción ventricular. En caso de fallo del nódulo SA, el nódulo AV puede ser el que dirija los latidos cardiacos, genera de 40 a 60 impulsos por minuto; una vez que el impulso se ha retenido en el nódulo AV se trasmite por el haz AV, que conduce los impulsos desde las aurículas hacia los ventrículos siendo la única conexión eléctrica entre estas. Ver imagen 1.



- | | |
|-------------------------|------------------------|
| 1. Nódulo SA. | 4. Haz AV. |
| 2. Vías Internodulares. | 5. Ramas de Haz. |
| 3. Nódulo AV. | 6. Fibras de Purkinje. |

Imagen 1 ▶

Exposición del tema

Se realizó una revisión sistemática siguiendo el proceso secuencial de la enfermería basada en la evidencia (EBE); selección de tema, elaboración del cuestionamiento clínico, búsqueda de la evidencia científica disponible, además de integración y análisis de la información obtenida. Se seleccionaron los siguientes descriptores en ciencias de la salud (DeCS): “Frecuencia cardiaca” y “Determinación de la frecuencia cardiaca”; además

de los términos Medical Subject Headings (MeSH): “Heart Rate” y “Heart Rate Determination”. Se utilizó el operador booleano “OR”, obteniendo el siguiente protocolo de búsqueda: (“Heart Rate” [Mesh]) OR “Heart Rate Determination” [Mesh]. Se incluyeron artículos de texto completo publicados entre enero de 2018 hasta la actualidad y se excluyeron artículos escritos en diferentes idiomas al español, inglés y portugués, repetidos y aquellos que no contaran con el texto completo. En la **figura 1** se detallan los criterios de inclusión y exclusión.



Figura 1

Los artículos fueron extraídos de las bases de datos PubMed, BVS (LILACS, IBECs, VETINDEX, BNENF, CUMED, BINACIS, Sec. Est. Saude SP), ScienceDirect y Scielo. En la **figura 2** se detalla el proceso de búsqueda y extracción mediante la herramienta PRISMA. Para determinar el nivel de evidencia y grado de recomendación, se consideró la escala propuesta por la US Agency for Health Care Research and Quality con modificaciones del grado de recomendación hecho por el SING Scottish Intercollegiate Guidelines Network.

Se encontraron 29 publicaciones que cumplieron con los criterios de selección previamente expuestos (**tabla 1**). Referente a las características de los artículos recuperados, hubo gran variedad de países de los que se incluyeron sus estudios, los países con más publicaciones fueron Estados Unidos de América con un 17 %, Alemania y Reino Unido con un

10 % cada uno, y Brasil con un 7 %. El idioma predominante es el inglés con un 89 %, procedido del español y portugués con un 7 % y 4 %. La revista con mayor prevalencia fue *Psychophysiology* con 2 artículos, y la base de datos donde se encontraron más artículos fue PubMed con un 66 %, seguida de ScienceDirect con un 20 %, Scielo y BVS con un 7 % cada una.

Con relación al área de conocimiento, el área médica generó un 55 % de la evidencia, seguido del área de informática con un 17 %, psicología un 10 %, y en menor medida las áreas de enfermería, ingeniería biomédica, nutrición, biotecnología y biología molecular con un 3 % cada una. Prevalcieron los estudios de tipo revisiones con un nivel de evidencia 2++ y grado de recomendación B (31 %), seguido de estudios experimentales (17 %), ensayos clínicos aleatorizados y estudios analíticos (10 %), estudios longitudinales tipo panel, observacionales, descriptivos, de

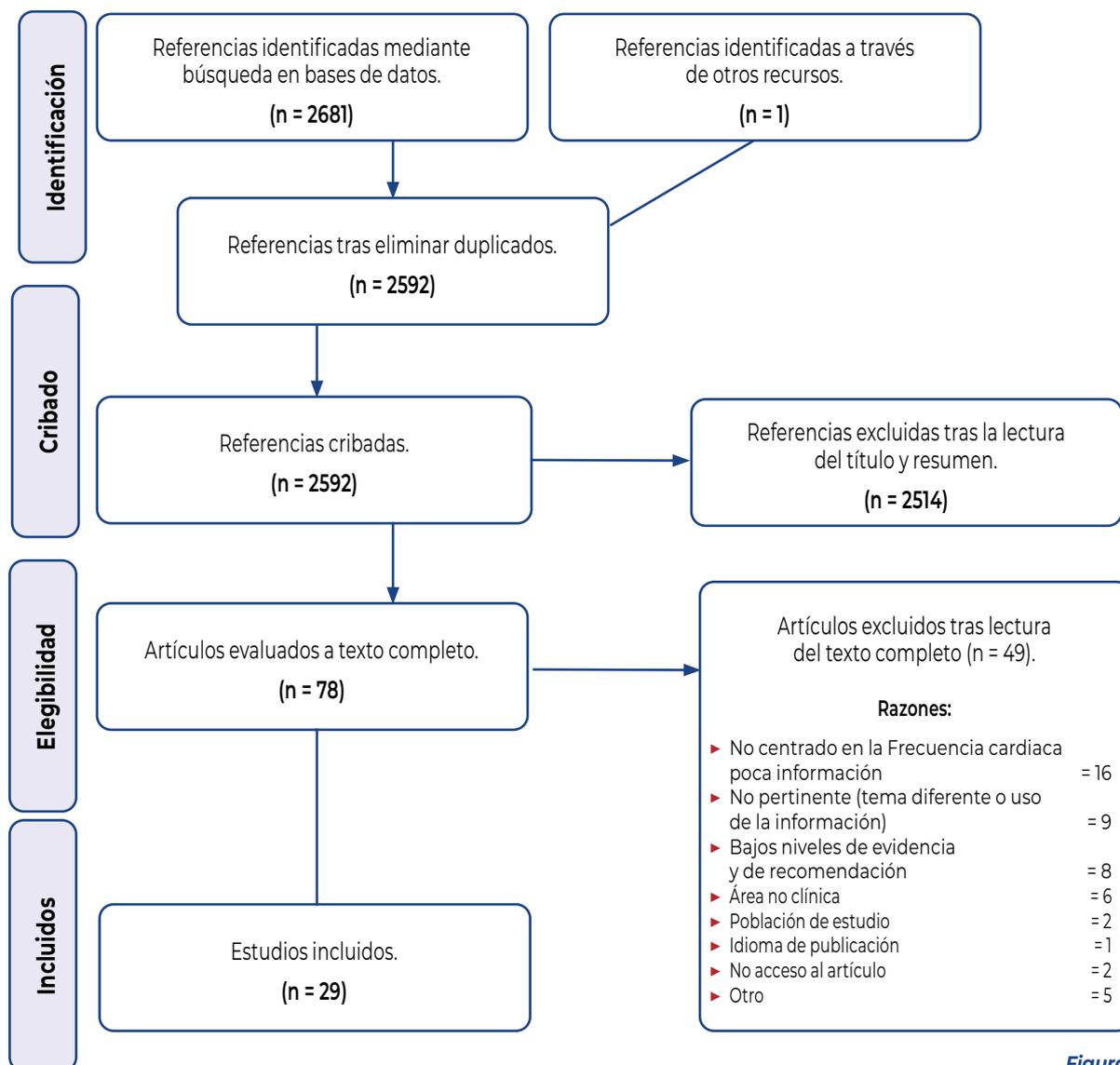


Figura 2

cohortes (7 %) y un estudio comparativo. Tras la lectura crítica de los 29 artículos se ha rescatado la siguiente evidencia:

Frecuencia Cardiaca ocasional y Frecuencia Cardiaca en Reposo (FCR)

Normalmente, se conoce como FC a la medición que se hace de manera ocasional, transversal en cualquier momento del día, especialmente la que se mide como parte rutinaria de un examen clínico; no obstante, la FC ahora se puede medir de forma continua a través de la integración de sensores de fotepletismografía (PPG) en una gama de sensores portátiles comerciales, lo que hace posible identificar con precisión la FC “normal” de

una persona y las variaciones potencialmente importantes en ella a lo largo del tiempo. Cuando solo se mide una sola vez, la FC proporciona muy poca información útil sobre la salud actual de un individuo; cuando se mide la FC diariamente en un entorno constante, puede proporcionar una medida del estado fisiológico cardiovascular general y se le conoce como FC en reposo FCR³.

La FC puede variar por diversos factores, tales como: edad, sexo, índice de masa corporal (IMC), temperatura, altitud, medicamentos, actividad física, estrés, tabaquismo, sobrepeso, colesterol, calidad del sueño, alimentación inadecuada, periodo de gestación, incluso la duración media del sueño, así como la época del año, con un mínimo en julio y

Tabla 1

Pilares de la revisión: Artículos de revisión FC y FC en reposo, Variabilidad de la FC, determinación de la FC y la innovación de nuevos métodos

N.º	Título	Año y autores	Tipo y diseño de estudio	Resumen	Nivel de evidencia
1	Uso de mascarillas faciales y frecuencia cardiaca en adultos de 18 a 60 años.	2022 Guzmán Calcina <i>et al.</i>	Cuantitativo. Analítico, prospectivo y transversal.	Evalúa la influencia del uso de mascarillas faciales sobre la FC en reposo y en la actividad física en adultos. La investigación evidencia que el uso de la mascarilla ejerce una notable influencia en la FC aumentándola significativamente: hasta 9 latidos por minuto, inmediatamente y 5 minutos después de finalizada la actividad física, siendo la mascarilla KN95 la que ejerce mayor influencia en la FC.	[2+] [C]
2	Diferencias de sexo en las respuestas de la frecuencia cardiaca a las provocaciones posturales.	2019 Hnatkova <i>et al.</i>	Cuantitativo. Experimental, prospectivo, longitudinal.	Investiga las diferencias en relación con el sexo en las respuestas de la FC en diferentes cambios de postura, encontrando que, en posición supina, las mujeres tenían una FC de 5 lpm más rápida que los hombres, lo que fue constante durante los cambios posturales. En ambos sexos, el cambio postural supino a estar de pie llevó a una elevación de la FC de alrededor de 30 lpm, mientras que el cambio de supino a sentado aumentó la FC en 10 lpm. Concluye que, a pesar de un aumento similar de la FC, las mujeres responden a cambios más significativos en las modulaciones simpático-vagales cardiacas.	[2+] [B]
3	Los eventos de la vida se asocian con una frecuencia cardiaca elevada y una complejidad cardiaca reducida al estrés psicológico agudo.	2021 Schneider <i>et al.</i>	Cuantitativo. Experimental, prospectivo, transversal.	Examina si la exposición a eventos de la vida y el impacto informado de tales eventos se asocia con una reactividad cardiaca alterada a un estresor psicológico agudo. El estudio indica que el número y el impacto de eventos de vida experimentados en adultos pueden alterar la magnitud de la FC y su complejidad en respuesta al estrés agudo, al intensificar la reactividad cardiaca al estrés y limitar la complejidad del corazón, lo que eventualmente atribuiría un riesgo para la salud.	[2+] [C]
4	Frecuencia cardiaca: mecanismos de control, fisiopatología y evaluación del sistema neurocardiaco en salud y enfermedad.	2022 Armstrong <i>et al.</i>	Cualitativo. Revisión.	Presenta la relación de la FC y las condiciones fisiológicas normales; así mismo, detalla cómo el SNA controla homeostáticamente la FC y cómo esta puede influir en los procesos fisiopatológicos. Cada vez se conoce mejor la fisiología implícita del control homeostático de la FC. Los avances en las evaluaciones fisiológicas posibilitan evaluar el riesgo de los pacientes en función de los niveles de disfunción del SNA, además se pueden usar los valores de la FC y VFC como indicadores de la progresión de ciertas enfermedades o del éxito de su tratamiento y la regresión.	[2+] [C]



N.º	Título	Año y autores	Tipo y diseño de estudio	Resumen	Nivel de evidencia
5	Efecto del suplemento de fibra dietética (salvado de avena) en la reducción de la frecuencia cardíaca en pacientes con hipertensión: un ensayo clínico aleatorizado controlado con dieta DASH.	2022 Ju <i>et al.</i>	Cuantitativo. Ensayo controlado aleatorizado.	Determina si un suplemento de fibra dietética puede disminuir la FC en pacientes con HTA. Con base en los resultados obtenidos, concluye que la suplementación con fibra dietética (salvado de avena) puede ser beneficiosa y una estrategia útil para reducir la FC en pacientes con HTA, ya que después de la intervención, las comparaciones dentro de los grupos, en el grupo de intervención revelaron que hubo reducciones significativas en la FC.	[1+] (A)
6	Factores que afectan a la frecuencia cardíaca en reposo en humanos sanos de vida libre.	2022 Alexander <i>et al.</i>	Cuantitativo. Analítico, retrospectivo, observacional, transversal.	Determina si los cambios en la actividad, el estado físico o las horas de pie (HS) se correlacionan con cambios en la FCR y en la VFC. Concluye que, dentro de los individuos, la FCR tiene una relación inversa con el estado físico general, la actividad y la frecuencia de estar de pie.	[2+] [C]
7	El impacto de la frecuencia cardíaca en reposo actualizada en el tiempo sobre la mortalidad por causas específicas en una población masculina aleatoria de mediana edad: un seguimiento de por vida.	2021 Cui <i>et al.</i>	Cuantitativo. Estudio de cohortes longitudinal prospectivo.	Investiga el impacto de la FCR en función de los valores de referencia y actualizados en el tiempo sobre la mortalidad en una cohorte de hombres. El estudio encuentra que una FCR inicial mayor o igual a 90 lpm se asoció con mayor mortalidad por todas las causas. Una FCR menor de 60 lpm y una FCR de 70 a 80 lpm se asociaron con una mayor mortalidad CV. Concluye que una FCR de 60 a 70 lpm se asocia con mortalidad general y CV más baja; y apoya la importancia de medir la FCR de forma intermitente a lo largo de la vida.	[2+] [B]
8	Frecuencia cardíaca en reposo, cambios temporales en la frecuencia cardíaca en reposo y mortalidad general y por causas específicas.	2018 Seviiri <i>et al.</i>	Cuantitativo. Estudio prospectivo de cohortes.	Evalúa las asociaciones de la FCR y los cambios en la FCR aproximadamente en una década, con la mortalidad general y por causas específicas. Concluye que la FCR elevada y los aumentos de la FCR en el tiempo están relacionados con un mayor riesgo de mortalidad, inclusive por causas distintas a las enfermedades cardiovasculares, como el cáncer de mama, colorrectal o de pulmón.	[2+] [B]
9	¿La frecuencia cardíaca en reposo medida por el médico refleja la verdadera frecuencia cardíaca en reposo del paciente? Frecuencia cardíaca de bata blanca.	2018 Lequeux <i>et al.</i>	Cuantitativo. Prospectivo, observacional abierto y piloto.	Busca diferencias entre la FCR medida durante una consulta y la FCR automedida en casa por el paciente con el mismo dispositivo de medición. La investigación muestra que la FC fue significativamente mayor en la consulta, concluyendo que los hallazgos sacan revelan una idea interesante que podría tener alto impacto terapéutico y quizás pronóstico en cardiología: la FC en reposo, medida en consulta no refleja la FC en reposo real.	[3] [C]

N.º	Título	Año y autores	Tipo y diseño de estudio	Resumen	Nivel de evidencia
10	Variabilidad interindividual e intraindividual en la frecuencia cardiaca diaria en reposo y sus asociaciones con la edad, el sexo, el sueño, el IMC y la época del año: estudio retrospectivo de cohortes longitudinales de 92 457 adultos.	2020 Quer <i>et al.</i>	Cuantitativo. Descriptivo, retrospectivo de cohorte longitudinal.	Describe la variabilidad inter- e intraindividual de la FCR recogida durante dos años, examinando sus variaciones en función de la época del año, edad, sexo, duración del sueño e IMC, encontrando que la FCR media difirió significativamente según la edad, el sexo, el IMC y la duración media del sueño. Se observaron variaciones en función de la época del año, con un mínimo en julio y un máximo en enero.	[2++] [B]
11	Análisis de la variabilidad de la frecuencia cardiaca e implicación de diferentes factores en la variabilidad de la frecuencia cardiaca.	2021 Tiwari <i>et al.</i>	Cualitativo. Revisión.	Analiza la literatura existente sobre la VFC y las diversas variables que la afectan. La VFC es la variación entre los latidos del corazón en un periodo específico, que resulta de la interacción entre los sistemas simpático y parasimpático. Concluye que la VFC tiene un papel clave en el estado de bienestar del individuo, una VFC alta se asocia con una condición saludable, por el contrario, una VFC reducida está asociada con condiciones patológicas. La VFC está influida por muchos factores, como factores fisiológicos, patológicos, psicológicos, de estilo de vida, ambientales y genéticos.	[2++] [C]
12	Variabilidad de la frecuencia cardiaca como factor predictor de las enfermedades cardiovasculares.	2019 Veloza <i>et al.</i>	Cualitativo. Revisión.	Estudia la literatura existente que respalde que la VFC puede ser un factor predictivo de enfermedades cardiovasculares. Concluye que la VFC puede ser utilizada como factor predictor en la aparición de eventos coronarios, accidentes cerebrovasculares y muerte súbita, entre otras patologías cardiacas, por lo que es una herramienta para establecer un pronóstico temprano del desarrollo de enfermedades cardiovasculares.	[2++] [B]
13	El análisis de las propiedades de variabilidad de la frecuencia cardiaca y el índice de masa corporal en la representación de información sobre la calidad de la salud.	2022 Hassya <i>et al.</i>	Cuantitativo. Analítico, prospectivo, transversal.	Estudia la VFC en diferentes grupos de edad e IMC, encontrando que la VFC difería entre personas con diferentes IMC, los atributos de la VFC tendieron a ser más bajos en individuos con sobrepeso en comparación con las personas de peso normal en población joven y adulta. En cuanto a la edad, la VFC mostró que dentro de la misma categoría de IMC las personas mayores tuvieron parámetros de VFC más bajos. Concluye que las propiedades de la VFC disminuyen en la vejez y probablemente aumentan el riesgo de enfermedades cardiovasculares utilizando el IMC como un efecto.	[2++] [B]



N.º	Título	Año y autores	Tipo y diseño de estudio	Resumen	Nivel de evidencia
14	La variabilidad de la frecuencia cardíaca y la actividad simpática se modulan mediante una dieta cetogénica muy baja en calorías.	2022 Polito <i>et al.</i>	Cuantitativo. (Predictivo, prospectivo, longitudinal). Ensayo controlado aleatorizado.	Investiga los posibles efectos de dos dietas diferentes: la dieta cetogénica muy baja en calorías (VLCKD) versus la dieta baja en calorías (LCD) sobre las funciones del sistema nervioso, con especial atención al control autónomo de la VFC. Los resultados revelaron que en ambos grupos existe una reducción de la FC como indicador de la actividad simpática, con una variación estadísticamente significativa en el grupo VLCKD. Deduce que la dieta cetogénica tiene efectos sobre la VFC y apoya la idea de que el equilibrio simpátovagal puede ser modulado por una dieta específica.	[1++] [A]
15	Ejercicio cíclico en la salud cardiovascular de la mujer: un análisis mediante la variabilidad de la frecuencia cardíaca.	2019 Santos Araújo <i>et al</i>	Cualitativo. Revisión sistemática.	Investiga la evidencia disponible para determinar si el ejercicio físico cíclico es capaz de aumentar la VFC en mujeres, sin importar su condición clínica. El ejercicio cíclico fue capaz de aumentar la señalización parasimpática, con el resultante aumento de la VFC. Los hallazgos demuestran que el ejercicio adecuado prescrito es capaz de alterar de manera positiva la modulación autonómica cardíaca, atenuando las condiciones patogénicas sobre la VFC en las mujeres.	[2++] [B]
16	Obesidad, nutrición y variabilidad del ritmo cardíaco	2021 Strüven <i>et al.</i>	Cualitativo. Revisión.	Resume los efectos de la pérdida de peso, el entrenamiento y la nutrición en la VFC con enfoque especial en la obesidad. Como medida de la homeostasis corporal general, la VFC está vinculada a factores del estilo de vida y se asocia con morbilidad y mortalidad. Concluye que la actividad física reducida y una dieta desequilibrada están claramente relacionados con una modulación reducida del SNP, por lo tanto una VFC reducida. Esta revisión apoya la idea de que los programas que abordan la obesidad deben incluir este parámetro.	[2++] [C]
17	Variabilidad de la frecuencia cardíaca: ¿un biomarcador para estudiar la influencia de la nutrición en la salud fisiológica y psicológica?	2018 Young <i>et al.</i>	Cualitativo. Revisión.	Analiza la evidencia científica disponible que respalda el uso de la VFC como un biomarcador de la nutrición en la salud fisiológica y psicológica. Diversos estudios demuestran que determinados alimentos, nutrientes y estilos dietéticos influyen en la VFC. Argumenta que la relación entre la VFC, la salud y la morbilidad respalda la opinión de que la VFC puede considerarse un biomarcador de la influencia de la dieta en la salud física y mental.	[2++] [C]

N.º	Título	Año y autores	Tipo y diseño de estudio	Resumen	Nivel de evidencia
18	El impacto de la respiración profunda y la respiración de las fosas nasales alternas en la variabilidad de la frecuencia cardíaca: un laboratorio de fisiología humana.	2019 Levin <i>et al</i>	Cuantitativo. Experimental, transversal.	Presenta el concepto de VFC a estudiantes de fisiología, y aborda la cuestión de si dos técnicas de respiración yóguicas, la respiración de fosas nasales alternas (ANB) y la respiración profunda estándar (DB), tienen impacto sobre la VFC a través de una actividad de laboratorio. La VFC más alta durante DB implicaba que es una forma más efectiva de "calmar los nervios" en comparación con ANB. Concluyendo que los ejercicios de respiración aumentaron la actividad del nervio vago, lo que significa un aumento de la VFC y una reducción de la frecuencia cardíaca.	[2+] [B]
19	El aumento de la relación entre exhalación e inhalación durante la respiración mejora la variabilidad de la frecuencia cardíaca de alta frecuencia en adultos sanos.	2021 Bae <i>et al.</i>	Cuantitativo. Experimental, transversal.	Examina el impacto de manipular la proporción de exhalación a inhalación en VFC sin alterar la frecuencia respiratoria. Demostró que una exhalación más prolongada en relación con la inhalación conduce a aumentos agudos de medidas de VFC, en consonancia con la mejora del tono vagal cardíaco, por lo que el estudio sugiere un mecanismo potencial para los beneficios fisiológicos y psicológicos de las intervenciones que se enfocan en la modulación de la respiración (p. ej., yoga y meditación), al mejorar directamente el SNP.	[2+] [C]
20	Asociación de la variabilidad de la frecuencia cardíaca con el afecto positivo y negativo en la vida diaria: un estudio de muestreo de experiencia con electrocardiografía diurna continua durante siete días.	2023 Hachenberger <i>et al.</i>	Cuantitativo. Longitudinal (intensivo). Tipo panel.	Examina las asociaciones de varias medidas de la VFC con estados afectivos en niveles individuales y entre individuos en la vida cotidiana. El estudio encontró asociaciones intraindividuales de la relación FC y la proporción de VFC de baja a alta intensidad con el afecto positivo, especialmente en ser entusiasta y feliz. Concluyendo que el predominio del SNS sobre el SNP se asoció con niveles más altos de afecto positivo.	[2+] [C]
21	Tomando el contexto en serio: emociones momentáneas, fase del ciclo menstrual y regulación autónoma cardíaca.	2021 Simon <i>et al.</i>	Cuantitativo. Longitudinal tipo panel.	Realiza una monitorización ambulatoria de la FC y la VFC y los estados emocionales en la vida cotidiana para definir mejor la asociación emoción-autónomas en función del sexo y de la fase del ciclo menstrual. En ambos sexos las emociones negativas y la felicidad se asociaron con una FC elevada y una VFC reducida. Las mujeres mostraron una FC más elevada y una VFC reducida durante la ira que los hombres. Durante la fase lútea, la tristeza, el estrés y la ansiedad impulsaron un incremento de la FC y una disminución de la VFC.	[2+] [C]



N.º	Título	Año y autores	Tipo y diseño de estudio	Resumen	Nivel de evidencia
22	Dispositivos portátiles para medicina de precisión y monitoreo del estado de salud.	2019 Jeong <i>et al.</i>	Cualitativo. Revisión.	Revisa las tecnologías existentes utilizadas actualmente en la medición de los cuatro signos vitales: temperatura corporal, FC, FR y TA, junto con la actividad física, el sudor y las emociones. Respecto a la FC detalla que su medición se basa en la transducción de señales mecánicas, eléctricas, ópticas o acústicas asociadas con el latido mecánico del corazón o del flujo hemodinámico pulsátil resultante, describe los métodos de palpación arterial, auscultación, PPG, ECG e ICG. Concluye que las tecnologías portátiles desempeñarán un papel importante en el avance de la medicina de precisión.	[2++] [B]
23	Medida por medida: Frecuencia cardiaca en reposo a lo largo del ciclo de 24 horas.	2023 Speed <i>et al.</i>	Cuantitativo. Descriptivo, prospectivo, longitudinal.	Describe un método para la medición precisa de la FCR registrada mediante PPG. Concluye que la FCR es un marcador fisiológico vital, pero existe una carencia de guías sobre cómo medirlo de manera fiable, anteriormente las mediciones de la FC se basaban en palpaciones de pulso o por ECG, ahora, el uso de dispositivos de PPG permite establecer criterios específicos de la medición de la FCR en todos los entornos. Recomienda inactividad de al menos 4 minutos para una medición confiable de la FC, así como no realizar ejercicio significativo en el periodo inmediatamente anterior a la medición de la FC.	[3] [D]
24	Concordancia entre las mediciones automatizadas y humanas de la frecuencia cardiaca en pacientes con fibrilación auricular.	2018 Lin <i>et al.</i>	Cuantitativo. Estudio comparativo, transversal.	Indaga la concordancia entre las mediciones de la FC de dos dispositivos automatizados y el conteo humano en pacientes con FA. El estudio llega a la conclusión de que hay una alta concordancia entre las mediciones de la FC por conteo humano y por medición automatizada.	[3] [D]
25	Precisión y sesgos sistemáticos de las mediciones de la frecuencia cardiaca mediante monitores de actividad física de consumo en pacientes posoperatorios: ensayo clínico prospectivo.	2022 Helmer <i>et al.</i>	Cuantitativo. Ensayo clínico prospectivo.	Evalúa la precisión de las mediciones de la FC por parte de los rastreadores de actividad física de nivel de consumidor en comparación con el estándar de oro clínico: el ECG, obteniendo como resultado que todos los dispositivos mostraron coeficientes altos de correlación y concordancia. Concluye que los rastreadores de actividad física para el consumidor parecen prometedores en pacientes hospitalizados para monitorear la frecuencia cardiaca.	[2++] [B]

N.º	Título	Año y autores	Tipo y diseño de estudio	Resumen	Nivel de evidencia
26	Fiabilidad de las mediciones realizadas con teléfonos inteligentes de la saturación de oxígeno periférico y la frecuencia cardiaca en pacientes hipotensos. Medición de constantes vitales con teléfonos inteligentes.	2023 Totuk <i>et al.</i>	Cuantitativo. Analítico, transversal, prospectivo.	Investiga la precisión de los dispositivos inteligentes en la medición de la FC y la SpO ₂ en personas hipotensas. Concluye que los teléfonos inteligentes tienen una alta eficacia tanto como los dispositivos de referencia en la medición de estos signos vitales en pacientes hipotensos, quienes en caso de necesitar ayuda médica tendrán la oportunidad de medir estos parámetros con sus teléfonos sin necesidad de algún dispositivo médico antes de decidir acudir a la atención médica, lo que podría contribuir a dar acceso a información temprana y precisa al personal de salud sobre estos parámetros vitales de los pacientes.	[+2] [C]
27	Medición de la frecuencia cardiaca durante el ejercicio: desde la palpación de arterias hasta monitores y aplicaciones.	2019 Almeida <i>et al.</i>	Cualitativo. Revisión.	Revisa de forma breve y actualizada la medición de la FC mediante monitores, pulseras y aplicaciones de teléfonos inteligentes, proporcionando una visión amplia de las ventajas y restricciones de estos recursos. Detalla que anteriormente la FC se medía principalmente por el recuento del pulso arterial, pero ahora se puede medir con precisión mediante monitores, pulseras y aplicaciones de teléfonos, que utilizan básicamente dos tipos de tecnología, la fotopletismografía y la señal eléctrica del corazón. Concluye que, en general, estos dispositivos han mostrado una buena precisión en la medición de la FC.	[2+] [C]
28	Monitorización sin contacto de la frecuencia respiratoria (RR) y la frecuencia cardiaca (FC) en entornos sin agudeza: un estudio de validez clínica.	2022 Varma <i>et al.</i>	Cuantitativo. Descriptivo prospectivo transversal.	Investiga si un sistema de monitoreo sin contacto podría medir parámetros vitales, como la FC y la FR en un entorno hospitalario del mundo real. Sus hallazgos demuestran que el monitoreo sin contacto de la FR y la FC representa de manera precisa a las poblaciones estudiadas. Concluye que el monitoreo sin contacto es un método discreto y fiable para monitoreo y registro de la FR y la FC.	[3] [D]
29	Disponibilidad y rendimiento de métodos sin contacto basados en el rostro para estimaciones de la frecuencia cardiaca y la saturación de oxígeno: una revisión sistemática.	2022 Gupta <i>et al.</i>	Cualitativo. Revisión sistemática.	Busca y resume los métodos sin contacto basados en videos faciales actualmente que existen para estimar dos parámetros fisiológicos ampliamente utilizados: la FC y la SpO ₂ . Concluye que en un futuro el monitoreo de estos parámetros en entornos como condiciones clínicas, conducción o ejercicio físico, solo será factible utilizando enfoques sin contacto, dado que permite mayores grados de libertad, a diferencia de los enfoques basados en contacto.	[2+] [B]

FC: frecuencia cardiaca; FCR: frecuencia cardiaca en reposo; VFC: variabilidad de la frecuencia cardiaca; SNA: sistema nervioso autónomo; SNP: sistema nervioso parasimpático; SNS: sistema nervioso simpático; IMC: índice de masa corporal; HTA: hipertensión arterial; CV: cardiovascular; FR: frecuencia respiratoria; TA: tensión arterial; SpO₂: saturación de oxígeno; FA: fibrilación auricular; PPG: pletismografía; ECG: electrocardiograma; ICG: cardiología de impedancia.



un máximo en enero⁴. Así mismo, se ha comprobado que el uso de mascarillas faciales o cubrebocas, como solemos llamarlos, ejerce una notable influencia en la FC aumentándola significativamente hasta 9 latidos por minuto (lpm) inmediatamente y 5 minutos después de finalizada la actividad física⁵. Las diferencias de sexo son significativas, ya que las mujeres suelen tener una FCR más alta que los hombres, además el cambio postural de supino a sentado sin apoyo conduce a un aumento promedio de la FC de aproximadamente 10 (lpm); el cambio de supino a estar de pie sin apoyo aumenta la FC aproximadamente 30 lpm y muestra que, a pesar de un aumento similar de la FC, las mujeres responden a cambios más sustanciales en las modulaciones simpático-vagales⁶.

La FC bajo estrés agudo en adultos, pueden alterar la magnitud de la FC y su complejidad en respuesta al estrés, al intensificar la reactividad cardiaca al estrés y limitar la complejidad del corazón, lo que de forma eventual atribuiría un riesgo para la salud⁷. La FC es uno de los índices fisiológicos que varía en función de influencias fisiológicas y fisiopatológica, se han observado alteraciones en multitud de patologías, como la aterosclerosis coronaria, la insuficiencia cardiaca sistólica, la sepsis y la inflamación sistémica⁸.

Los factores que pueden afectar a la FCF son: la actividad física, el estado físico y las horas de pie (HS)⁹. El consumo de fibra dietética se relaciona inversamente con el riesgo de enfermedad cardiovascular¹⁰. Una FCR inicial mayor o igual a 90 lpm se asoció con mayor mortalidad por todas las causas, así mismo demostró que una FCR menor de 60 lpm está asociada a una mortalidad CV más baja¹¹. El monitoreo de la FCR es útil en la identificación de personas con mayor riesgo de mortalidad¹². La medición de la FCR forma parte del examen físico básico en una consulta y debe registrarse, sea cual sea el padecimiento del paciente⁷.

Variabilidad de la frecuencia cardiaca (VFC)

La variación en el tiempo entre dos latidos del corazón se denomina VFC, es el resultado de la comunicación entre el cerebro y el corazón. La VFC alta se asocia con una condición saludable, mientras que la VFC baja se asocia

con condiciones patológicas. Existen diversos factores que la estimulan. Factores fisiológicos: edad, género y ritmo circadiano. Factores patológicos: la inflamación y la infección disminuyen la VFC. Factores ambientales: aumento del estrés social y del ruido aumentan la VFC; el IMC, consumo de café, tabaquismo y las enfermedades crónicas están asociados con la variación de la VFC. Factores de estilo de vida: la VFC es mayor en actividades físicas medias a extenuantes; prácticas como el consumo de alcohol y el tabaquismo la disminuyen. Factores psicológicos: trastornos de ansiedad y de depresión mayor, están asociados con una disminución de la VFC¹.

El aumento de la VFC se considera un factor protector para el corazón y su medición puede ser una herramienta diagnóstica de enfermedades cardiovasculares (CV). Para medir la VFC se utilizan distintos métodos; el más común es el electrocardiograma (ECG) de 24 horas. Esta técnica muestra gráficamente cada una de las ondas R generadas con cada latido, permitiendo el análisis del tiempo en milisegundos entre los intervalos RR y las pequeñas variaciones que se pueden detectar entre intervalos consecutivos. La utilización de esta medida de la función neuro cardiaca puede ser utilizada como factor predictor en la aparición de eventos coronarios, accidentes cerebrovasculares y muerte súbita, entre otras patologías cardiacas, siendo una herramienta de pronóstico temprano del desarrollo de enfermedades CV¹³. Cada vez hay más pruebas de que una serie de enfermedades van acompañadas de una disminución de la VFC, como lo son la diabetes, las enfermedades CV y los trastornos psiquiátricos¹⁴.

Diversos estudios han verificado que reducir el peso a través de entrenamiento físico en personas con obesidad, logra mejorar las variables de VFC¹⁵. De ahí la importancia de mantener un estilo de vida saludable, mejorar los hábitos dietéticos para reducir riesgos de morbilidad y mortalidad. En este sentido, se ha identificado que existe evidencia de los beneficios de la dieta cetogénica, además de reducir peso, mejora las funciones cerebrales y tiene efectos sobre la VFC, logrando aumentarla y reduce la FC¹⁶. Por otro lado, el ejercicio físico es el instrumento básico para la prevención y rehabilitación de las enferme-



dades cardiometabólicas, se ha demostrado que tiene repercusión en el tono vagal con la consiguiente disminución de la FC¹⁷. El ejercicio y las técnicas de respiración yóguicas, como el yoga y la meditación, tienen beneficios fisiológicos y psicológicos con reducciones de la FC^{18,19}. También las posiciones del cuerpo: acostado frente al erguido, y las clases de actividad: inactivo, frente a activo²⁰.

La VFC puede considerarse un biomarcador de la salud física y mental, especialmente en estar entusiasta y feliz, ya que estos estados emocionales se asociaron con una reducción de la VFC. Las mujeres muestran una FC más elevada y una VCF reducida durante la ira. En la fase lútea del ciclo menstrual, cuando se presenta la tristeza, el estrés y la ansiedad impulsan un incremento de la FC y una disminución de la VFC²¹.

Determinación de la frecuencia cardiaca y la innovación de nuevos métodos para su medición

La determinación de la FC se basa en la transducción de señales mecánicas, eléctricas, ópticas o acústicas asociadas con el latido mecánico del corazón o del flujo hemodinámico pulsátil resultante. La FC se puede medir manualmente detectando el pulso de una arteria bajo una ligera presión con los dedos índice y medio (monitorización tradicional); otro método es el ECG, que detecta la actividad eléctrica del músculo cardíaco mediante electrodos adheridos al tórax. También se determina a través de la señal acústica asociada con el latido del corazón y el flujo pulsátil que se detecta con un estetoscopio o un sensor de ultrasonido; otro método es a través del cardiograma de impedancia, donde el flujo sanguíneo pulsátil da lugar a cambios en la impedancia del tejido que se pueden medir mediante una variación del método de resistencia de cuatro electrodos, ubicados en el cuello y la cintura; así mismo, se puede determinar por fotopletoislografía (PPG), obtenida por dilatación y contracción de los vasos que da lugar a cambios en la transmisión o reflexión óptica, por lo que el monitoreo de la FC, en condiciones clínicas, o de ejercicio físico, será factible utilizando enfoques sin adhesión, permitiendo mayores grados de liber-

tad, a diferencia de los enfoques basados en contacto²².

Las variables metodológicas para la medición de la FC incluyen: tiempo de medida, posicionamiento del sujeto, descanso previo y método de medición, los cuales pueden influir en la determinación de este signo vital. Se ha demostrado que la PPG mide con precisión la FC; sin embargo, existe una carencia de guías sobre cómo medirla de manera fiable. Un estudio descriptivo prospectivo longitudinal, que en 433 sujetos midió la actividad y la FC las 24 horas del día mediante un dispositivo de muñeca, por sus hallazgos recomienda un periodo de inactividad mínimo de 4 minutos para una medición confiable, así mismo sugiere que las personas no hayan realizado ejercicio significativo en el periodo inmediatamente anterior y recomienda que la verdadera FCR en un ciclo de 24 horas se mida entre las 03:00 y las 07:00 horas²³.

Con frecuencia, los monitores de presión arterial automáticos también proporcionan mediciones de FC, que en personas con ritmo sinusal normal se pueden utilizar para obtener la FC de manera confiable, pero en personas que padecen fibrilación auricular (FA) la precisión de la FC registrada no está clara. Un estudio comparativo transversal indagó la precisión de la FC medida por dos monitores de presión arterial automatizados en personas con FA utilizando como referencia comparativa el conteo humano de la FC derivado de un estetoscopio en la parte anterior del tórax; se demostró que hay una alta concordancia entre las mediciones de la FC por conteo humano y por medición automatizada; gracias a los monitores de presión arterial automatizados en el hogar, se podrá ayudar a las personas con FA a proporcionar datos de su FC para la toma de decisiones clínicas²⁴.

Los rastreadores de actividad física en la muñeca han anunciado una nueva era en el control continuo de los signos vitales, son dispositivos equipados con sensores de PPG y sensores de movimiento. Sin embargo, llevar una pinza en el dedo dificulta la movilidad; el diodo emisor de luz y el fotodiodo pueden ser combinados en una unidad de medida que se puede llevar en la muñeca, la cual ofrece mayor movilidad; esta opción de monitorización abre un abanico de nuevas oportuni-



des. Un ensayo clínico prospectivo que evalúa la precisión de las mediciones de la FC de los rastreadores de actividad física en comparación con el ECG muestra coeficientes altos de correlación y concordancia; se concluye que los rastreadores de actividad física son prometedores en pacientes hospitalizados para monitorear su FC²⁵.

Con el uso cada vez mayor de tecnologías portátiles como los teléfonos y relojes inteligentes, se ha vuelto posible medir algunos signos vitales fuera de las instituciones de salud y sin la necesidad de un dispositivo biomédico. Con los avances tecnológicos es posible medir la FC y la saturación de oxígeno mediante teléfonos y relojes inteligentes. Se ha demostrado que tienen una eficiencia tan alta como los dispositivos de referencia, incluso en personas hipotensas, por lo que se puede tener la oportunidad de medir estos parámetros vitales con *smartphones*, mejorando así la información temprana y precisa a los proveedores de salud²⁶. Las aplicaciones móviles y a menudo los relojes y monitores son capaces no solo de medir la FC, sino también de identificar arritmias, como la fibrilación auricular; estos dispositivos son considerados de buena precisión para la medición de la FC y la VFC en reposo, en el ejercicio y en la mayoría de las condiciones de la vida diaria²⁷.

Medir la FC es una actividad con alto impacto, la mayoría de las veces se realiza a través de métodos de contacto como la palpación arterial y auscultación. También puede ser medida sin contacto a través de dispositivos portátiles; como los sensores de fotoplethismografía (PPG), electrocardiograma (ECG) y cardiología de impedancia (ICG). Estos dispositivos son discretos, fiables y precisos, permiten la monitorización en entornos especiales y condiciones clínicas donde el método de contacto es invasivo o lesivo, por ejemplo, la piel sensible o quemada, en las unidades de cuidados intensivos neonatales, también en situaciones donde la persona esté en constante movimiento, como cuando se maneja un vehículo o realiza ejercicio físico. Sin embargo, sería importante tomar en consi-

deración las situaciones especiales para determinar la manera de medir la FC, ya que el método de contacto tiene ventajas y permite mantener la relación tan importante de enfermera-paciente. Sin embargo, no es tan preciso. Por lo que el método sin contacto es prometedor para la medicina de precisión, pero se pierde esa relación personal y el momento de la valoración.

Actualmente, la FC, entre otros signos vitales, se pueden medir con precisión mediante monitores, pulseras y aplicaciones de teléfonos, que utilizan básicamente dos tipos de tecnología, la PPG y la señal eléctrica del corazón; esta innovación en la medición de contantes vitales tiene una alta concordancia entre las mediciones de la FC por conteo humano y por medición automatizada, lo que justifica su uso clínico para el registro de la FC. Sin embargo, se ha observado que en personas con fibrilación auricular (FA) con una frecuencia cardíaca superior a 80 lpm, el dispositivo automático puede sobrestimar la FC en personas con FA, por lo que aún se debe ser cuidadoso con el uso de estos dispositivos y no debemos estandarizar su uso.

Se concluye que la evidencia científica disponible sobre la FC describe la fisiología, FCR, VFC, así como su determinación y la innovación de nuevos métodos para medirla, por lo que se considera importante y necesario que los planes y programas de estudio de formación de profesionales a nivel licenciatura, especialidad y posgrados sean basados en evidencia, se recomienda el análisis de pertinencia, actualización curricular y actualidad en sus contenidos; igualmente hay que considerar la formación continua de los profesores que imparten las asignaturas, vinculando la teoría y práctica con el único objetivo de valorar adecuadamente al paciente e identificar riesgos en salud a través de mejores determinaciones y evaluaciones de la FC y lo mismo se aplica, para quienes están a cargo de la actualización y capacitación del personal de salud que ya se encuentra laborando.

► Conflicto de intereses: ninguno.



Bibliografía

1. TIWARI R, KUMAR, R, MALIK S, RAJ T, KUMAR P. *Analysis of Heart Rate Variability and Implication of Different Factors on Heart Rate Variability*. *Current cardiology reviews*. [Internet] 2021; [citado 14 de febrero de 2023]; 17(5), e160721189770. Disponible en: <https://doi.org/10.2174/1573403X16999201231203854>
2. JEONG IC, BYCHKOV D, SEARSON, PC. *Wearable Devices for Precision Medicine and Health State Monitoring*. *IEEE transactions on bio-medical engineering*. [Internet] 2019; [citado 14 de febrero de 2023]; 66(5). Disponible en: <https://doi.org/10.1109/TBME.2018.2871638>
3. LEQUEUX B, UZAN C, REHMAN MB. *Does resting heart rate measured by the physician reflect the patient's true resting heart rate? White-coat heart rate*. *IHJ*. [Internet] 2018; [citado 22 de febrero de 2023]; 70(1). Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ihj.2017.07.015>
4. QUER G, GOUDA P, GALARNYK M, TOPOL EJ, STEINHUBL SR. *Inter- and intraindividual variability in daily resting heart rate and its associations with age, sex, sleep, BMI, and time of year: Retrospective, longitudinal cohort study of 92,457 adults*. *PLoS One*. [Internet] 2020; [citado 22 de febrero de 2023]; 15(2), e0227709. Disponible en: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0227709>
5. GUZMÁN-CALCINA C, SALAZAR-CÁCERES GU, SALOMÓN-PRA-DO MJ, NIÑO-MAURICIO AC, CHUMBES-TAÍPE M, CABALLE-RO-PIGNATARO F, ET AL. *Uso de mascarillas faciales y frecuencia cardíaca en adultos de 18 a 60 años*. *Rev Peru Cienc Salud*. [Internet] 2022; [citado 20 de febrero de 2023]; 4(2):e371. Disponible en: <https://doi.org/10.37711/rpcs.2022.4.2.371>
6. HNATKOVA K, ŠIŠÁKOVÁ M, SMETANA P, ONDŘEJ T, HUSTER KM, NOVOTNÝ T, ET AL. *Sex differences in heart rate responses to postural provocations*. *International Journal of Cardiology*. [Internet] 2019; [citado 20 de febrero de 2023]; 297. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ij-card.2019.09.044>
7. SCHNEIDER M, KRAEMMER MM, WEBER B, R-SCHWERDT-FEGER A. *Life events are associated with elevated heart rate and reduced heart complexity to acute psychological stress*. *Biological Psychology*. [Internet] 2021; [citado 20 de febrero de 2023]; 163. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2021.108116>
8. ARMSTRONG R, WHEEN P, BRANDON L, MAREE A, KENNY RA. *Heart rate: control mechanisms, pathophysiology and assessment of the neurocardiac system in health and disease*. *QJM*. [Internet] 2022; [citado 20 de febrero de 2023]; 115(12). Disponible en: <https://doi.org/10.1093/qj-med/hcab016>
9. ALEXANDER J, SOVAKOVA M, RENA G. *Factors affecting resting heart rate in free-living healthy humans*. *Digit Health*. [Internet] 2022; [citado 22 de febrero de 2023]; 8, 20552076221129075. Disponible en: <https://doi.org/10.1177/20552076221129075>
10. JU Y, ZHANG C, ZHANG Z, ZHU H, LIU Y, LIU T, ET AL. *Effect of Dietary Fiber (Oat Bran) Supplement in Heart Rate Lowering in Patients with Hypertension: A Randomized DASH-Diet-Controlled Clinical Trial*. *Nutrients*. [Internet] 2022; [citado 20 de febrero de 2023]; 14(15):3148. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/nu14153148>
11. CUI X, MANDALENAKIS Z, THUNSTRÖM E, FU M, SVÄRDSUDD K, HANSSON PO. *The impact of time-updated resting heart rate on cause-specific mortality in a random middle-aged male population: a lifetime follow-up*. *Clin Res Cardiol*. [Internet] 2021; [citado 22 de febrero de 2023]; 110(6). Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s00392-020-01714-w>
12. SEVIIRI M, LYNCH BM, HODGE AM, YANG Y, LIEW D, ENGLISH DR, ET AL. *Resting heart rate, temporal changes in resting heart rate, and overall and cause-specific mortality*. *Heart*. [Internet] 2018; [citado 22 de febrero de 2023]; 104(13). Disponible en: <https://doi.org/10.1136/heartjnl-2017-312251>
13. VELOZA L, JIMÉNEZ C, QUIÑONES D, POLANÍA F, PACHÓN-VALERO LC, RODRÍGUEZ-TRIVIÑO CY. *Variabilidad de la frecuencia cardíaca como factor predictor de las enfermedades cardiovasculares*. *Rev. colomb. cardiol*. [Internet] 2019; [citado el 24 de mayo de 2023]; 26(4). Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.rccar.2019.01.006>
14. YOUNG HA, BENTON D. *Heart-rate variability: a biomarker to study the influence of nutrition on physiological and psychological health?*. *Behav Pharmacol*. [Internet]. 2018; [citado el 27 de febrero de 2023]; 29(2 and 3-Spec Issue). Disponible en: <https://doi.org/10.1097/FBP.0000000000000383>
15. STRÜVEN A, HOLZAPFEL C, STREMMEL C, BRUNNER S. *Obesity, Nutrition and Heart Rate Variability*. *Int J Mol Sci*. [Internet] 2021; [citado el 27 de febrero de 2023]; 22(8). Disponible en: <https://doi.org/10.3390/ijms22084215>
16. POLITO R, VALENZANO A, MONDA V, CIBELLI G, MONDA M, MESSINA G, ET AL. *Heart Rate Variability and Sympathetic Activity Is Modulated by Very Low-Calorie Ketogenic Diet*. *Int J Environ Res Public Health*. [Internet] 2022; [citado el 27 de febrero de 2023]; 9(4). Disponible en: <https://doi.org/10.3390/ijerph19042253>
17. SANTOS-ARAÚJO W, DE SANTANA-DO SACRAMENTO M, LEITE-LACERDA LG, SOUZA-ARAÚJO J, TEIXEIRA-LADEIA AM, PETTO J. *Exercício cíclico na saúde cardiovascular da mulher: uma análise pela variabilidade da frequência cardíaca*. *Fisioter. Bras*. [Internet] 2019; [citado el 27 de febrero de 2023]; 20(6). Disponible en: <https://doi.org/10.33233/fb.v20i6.2738>
18. LEVIN CJ, SWOAP SJ. *The impact of deep breathing and alternate nostril breathing on heart rate variability: a human physiology laboratory*. *Adv Physiol Educ*. [Internet] 2019; [citado 28 de febrero de 2023]; 43(3). Disponible en: <https://doi.org/10.1152/advan.00019.2019>
19. BAE D, MATTHEWS-J. JL, CHEN JJ, MAH L. *Increased exhalation to inhalation ratio during breathing enhances high-frequency heart rate variability in healthy adults*. *Psychophysiology*. [Internet] 2021; [citado el 28 de febrero de 2023]; 58(11): e13905. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/psyp.13905>



20. HACHENBERGER J, LI YM, SINIATCHKIN M, HERMENAU K, LUDYGA S, LEMOLA S. *Heart Rate Variability's Association with Positive and Negative Affect in Daily Life: An Experience Sampling Study with Continuous Daytime Electrocardiography over Seven Days*. Sensors (Basel). [Internet] 2023; [citado el 24 de febrero de 2023]; 23(2). Disponible en: <https://doi.org/10.3390/s23020966>
21. SIMON SG, SLOAN RP, THAYER JF, JAMNER LD. *Taking context to heart: Momentary emotions, menstrual cycle phase, and cardiac autonomic regulation*. Psychophysiology. [Internet]. 2021; [citado el 28 de febrero de 2023]; 58(4):e13765. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/psyp.13765>
22. GUPTA A, RAVELO-GARCÍA AG, MORGADO-DIAS F. *Availability, and performance of face based non-contact methods for heart rate and oxygen saturation estimations: A systematic review*. Computer Methods and Programs in Biomedicine. [Internet] 2022; [Citado el 02 de marzo de 2023]; 219. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.cmpb.2022.106771>
23. SPEED C, ARNEIL T, HARLE R, WILSON A, KARTHIKESALINGAM A, MCCONNELL M, ET AL. *Measure by measure: Resting heart rate across the 24-hour cycle*. PLOS digital health. [Internet] 2023; [citado el 02 de marzo de 2023]; 2(4):e0000236. Disponible en: <https://doi.org/10.1371/journal.pdig.0000236>
24. LIN TT, WANG CL, LIAO MT, LAI CL. *Agreement between automated and human measurements of heart rate in patients with atrial fibrillation*. J Cardiovasc Nurs. [Internet] 2018; [citado 02 de marzo de 2023]; 33(5). Disponible en: <https://doi.org/10.1097/JCN.0000000000000486>
25. HELMER P, HOTTENROTT S, RODEMERS P, LEPPICH R, HELWICH M, PRYSS R, ET AL. *Accuracy and systematic biases of heart rate measurements by consumer-grade fitness trackers in postoperative patients: prospective clinical trial*. J Med Internet Res. [Internet] 2022; [citado el 02 de marzo de 2023]; 24(12):e42359. Disponible en: <https://doi.org/10.2196/42359>
26. TOTUK A, BAYRAMOGLU B, TAYFUR I. *Reliability of smartphone measurements of peripheral oxygen saturation and heart rate in hypotensive patients measurement of vital signs with smartphones*. Heliyon. [Internet] 2023; [citado el 02 de marzo de 2023]; 9(2):e13145. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e13145>
27. ALMEIDA M, BOTTINO A, RAMOS P, ARAUJO CG. *Medición de la frecuencia cardiaca durante el ejercicio: desde la palpación arterial hasta monitores y aplicaciones*. Int J Cardiovasc Sci [Internet]. 2019; [citado el 02 de marzo de 2023]; 32(4). Disponible en: <https://doi.org/10.5935/2359-4802.20190061>

