



Comparative evaluation of Wintrobe method and the automated Alifax® system for Erythrocyte Sedimentation Rate determination

Evaluación comparativa entre el método de Wintrobe y el sistema automatizado Alifax® para la determinación de la Velocidad de Sedimentación Globular

Para citar este trabajo:

Ibarra-Sánchez, A. ., Soto-Félix , C. ., Guzmán-Mendoza , A. ., Cano-Barraza , L. ., & Barraza-Sámamo , D. . (2025). Evaluación comparativa entre el método de Wintrobe y el sistema automatizado Alifax® para la determinación de la velocidad de Sedimentación Globular. *Multidisciplinary Journal of Sciences, Discoveries, and Society*, 2(4), 1-10. https://estrellaediciones.com/index.php/sciences_discoveries_and_society/article/view/296

Autores:

Alfredo Ibarra-Sánchez

Laboratorios Delia Barraza

Sinaloa- Ciudad de México, México

aibarra@cinvestav.mx

<https://orcid.org/0000-0003-1195-1808>

Anaid Guzmán-Mendoza

Laboratorios Delia Barraza

Sinaloa - México

guzmanmendozaanaid@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0007-3933-5202>

Claudia Soto-Félix

Laboratorios Delia Barraza

Sinaloa - México

csoto@dblaboratorios.com

<https://orcid.org/0009-0006-1965-9536>

Leticia Cano-Barraza

Laboratorios Delia Barraza

Sinaloa - México

lcano@analisisdb.com.mx

<https://orcid.org/0009-0005-8325-8158>

Delia Barraza-Sámamo

Laboratorios Delia Barraza

Sinaloa - México

director@analisisdb.com.mx

<https://orcid.org/0009-0009-6374-7666>

Autor de Correspondencia: Alfredo Ibarra-Sánchez, aibarra@cinvestav.mx

RECIBIDO: 28-Junio-2025

ACEPTADO: 12-Julio-2025

PUBLICADO: 26-Julio-2025



Resumen

La velocidad de sedimentación globular (VSG) fue una prueba hematológica ampliamente utilizada como marcador inespecífico de inflamación. A pesar del desarrollo de técnicas más específicas, su simplicidad, bajo costo y valor clínico en el contexto adecuado la mantuvieron vigente en la práctica médica. Este artículo abordó los fundamentos, ventajas y consideraciones técnicas de dos métodos empleados en la medición de la VSG: el método manual de Wintrobe y el sistema automatizado Alifax®.

El método de Wintrobe, aunque menos sensible que el de Westergren, permitió la determinación de la VSG sin dilución de la muestra y con menor volumen de sangre, siendo útil en contextos de escasos recursos o en poblaciones especiales. En contraste, Alifax® empleó tecnología de fotometría capilar automatizada, ofreciendo resultados equivalentes al método de referencia en solo 20 segundos, con alta reproducibilidad y eficiencia operativa.

Una parte fundamental del estudio fue la discusión sobre los valores de referencia, los cuales no debieron considerarse equivalentes entre métodos. Este estudio permitió establecer intervalos de referencia específicos para la VSG, diferenciados por sexo, edad y método analítico, conforme a los lineamientos de la guía CLSI EP28-A3c. Los resultados evidenciaron diferencias consistentes entre el método manual de Wintrobe y el sistema automatizado Alifax®, lo que subrayó la importancia de no considerar intercambiables sus valores diagnósticos. Así, se destacó la necesidad de que cada laboratorio validara sus propios intervalos de referencia para garantizar una interpretación diagnóstica adecuada y clínicamente significativa.

Este trabajo destacó la importancia de seleccionar el método más apropiado para cada entorno clínico, considerando tanto las características del paciente como las capacidades del laboratorio, con el fin de asegurar una interpretación adecuada y una integración efectiva de la VSG en la toma de decisiones médicas.

Palabras clave: VSG, Wintrobe, Alifax®, Inflamación

Abstract

The erythrocyte sedimentation rate (ESR) was a widely used hematological test that served as a nonspecific marker of inflammation. Despite the development of more specific techniques, its simplicity, low cost, and clinical value in the appropriate context maintained its relevance in medical practice. This article addressed the principles, advantages, and technical considerations of two methods used for ESR measurement: the manual Wintrobe method and the automated Alifax® system.

The Wintrobe method, although less sensitive than the Westergren method, allowed ESR determination without sample dilution and with a smaller blood volume, making it useful in low-resource settings or for special populations. In contrast, Alifax® used automated capillary photometry technology, providing results equivalent to the reference method in just 20 seconds, with high reproducibility and operational efficiency.

A key aspect of this study was the discussion of reference values, which should not have been considered interchangeable across methods. While Wintrobe tended to underestimate ESR in cases of active inflammation, Alifax® adopted the reference ranges of the Westergren method, for which it had been calibrated. Therefore, the need to establish and validate method-specific reference values for each population was emphasized.

This study established specific reference intervals for ESR, stratified by sex, age, and analytical method, in accordance with the guidelines of CLSI EP28-A3c. The results showed consistent



differences between the manual Wintrobe method and the automated Alifax® system, highlighting the importance of not interpreting their results interchangeably. Thus, it was essential for each laboratory to validate its own reference intervals to ensure accurate and clinically meaningful diagnostic interpretation.

This work underscored the importance of selecting the most appropriate method for each clinical setting, considering both patient characteristics and laboratory capabilities, to ensure proper interpretation and effective integration of ESR in medical decision-making.

Keywords: ESR, Wintrobe, Alifax®, Inflammation

1. Introducción

La VSG, también conocida como tasa de sedimentación eritrocitaria, es una prueba hematológica clásica que mide la velocidad a la cual los eritrocitos se sedimentan en un tubo vertical durante un período determinado, generalmente una hora. Este ensayo, aunque no específico para ninguna patología en particular, se ha utilizado ampliamente como un marcador indirecto de inflamación y como herramienta auxiliar en el diagnóstico y monitoreo de diversas enfermedades.

Históricamente, la observación de la sedimentación de la sangre se remonta a la antigüedad, pero fue en 1897 cuando el médico polaco Edmund Biernacki describió formalmente la relación entre la sedimentación eritrocitaria y el estado general del organismo, estableciendo las bases para la prueba de VSG moderna (Biernacki, 1897). Posteriormente, en 1921, Alf Vilhelm Westergren estandarizó el método, que hasta hoy se considera el procedimiento de referencia para la determinación de la VSG (Westergren, 1921).

La utilidad clínica de la VSG radica en su capacidad para detectar procesos inflamatorios agudos y crónicos, infecciones, enfermedades autoinmunes y ciertas neoplasias. Su elevación puede indicar la presencia de una respuesta inflamatoria sistémica, aunque no proporciona información específica sobre la etiología o localización del proceso patológico (Brigden, 1999). Por ello, se recomienda su interpretación en conjunto con otros parámetros clínicos y de laboratorio.

Diversos factores pueden influir en los valores de la VSG, incluyendo la edad, el sexo, el embarazo, la anemia y las concentraciones de proteínas plasmáticas como el fibrinógeno e inmunoglobulinas. Además, condiciones técnicas como la temperatura ambiente, la inclinación del tubo y el tiempo transcurrido desde la extracción de la muestra pueden afectar los resultados, lo que resalta la importancia de una estandarización rigurosa del procedimiento (Sox & Liang, 1986).

A pesar de la disponibilidad de marcadores más específicos de inflamación, como la proteína C reactiva (PCR), la VSG sigue siendo una prueba valiosa en muchos entornos clínicos, especialmente en áreas con recursos limitados, debido a su bajo costo y facilidad de realización. Además, en ciertas condiciones, como la arteritis de células gigantes y la polimialgia reumática, la VSG puede ser particularmente útil para el diagnóstico y seguimiento de la actividad de la enfermedad (Hunder et al., 1990).

El avance tecnológico ha llevado al desarrollo de métodos automatizados para la medición de la VSG, los cuales utilizan principios como la fotometría capilar o la detección óptica de agregados eritrocitarios, ofreciendo resultados más rápidos y reproducibles. Sin embargo, estos métodos deben ser validados frente a las técnicas manuales tradicionales, como las de Westergren y Wintrobe, para asegurar su equivalencia diagnóstica (Kushner et al., 2016).



Método manual de Wintrobe

El método de Wintrobe, aunque menos sensible que el de Westergren debido a la menor longitud de la columna de sangre, presenta ventajas en ciertos contextos, como la posibilidad de requerir menos volumen de muestra y su utilidad en estudios donde se desea evitar diluciones. Por tanto, la determinación de valores de referencia específicos para este método es una necesidad creciente en el ámbito clínico y de investigación (Mahajan et al., 2017).

El método de Wintrobe ofrece ventajas prácticas relevantes en comparación con otros métodos, especialmente en laboratorios que manejan muestras limitadas o que carecen de automatización. Al no requerir dilución de la sangre, permite utilizar directamente la muestra anticoagulada, lo que reduce posibles errores por manipulación y mejora la reproducibilidad cuando se siguen estrictamente las condiciones de estandarización (Lewis et al., 2012).

Además, el diseño del tubo de Wintrobe, que es más corto y estrecho que el utilizado en el método de Westergren, facilita su manejo en espacios reducidos y requiere menor volumen de muestra (1 mL). Esta característica lo convierte en una opción preferente en poblaciones pediátricas o en pacientes con dificultades para la obtención de sangre, sin comprometer la utilidad diagnóstica del análisis (Bain, 2017).

En el contexto actual, establecer valores de referencia para la VSG con base en el método de Wintrobe, considerando variables como el sexo, la edad y las características de la población, es esencial para mejorar su interpretación clínica. Por ello, el presente estudio se propone determinar dichos valores de referencia en una cohorte definida, y analizar sus variaciones de acuerdo con parámetros demográficos relevantes.

Método automatizado Alifax®

En años recientes, los analizadores automatizados como el sistema Alifax® han emergido como una solución eficiente para la medición rápida y estandarizada de la VSG. Este sistema se basa en tecnología de fotometría capilar, que permite evaluar la agregación eritrocitaria en un capilar transparente, obteniendo resultados equivalentes a los del método Westergren en tan solo 20 segundos (Piva et al., 2011).

Entre las ventajas más destacadas del método Alifax® se encuentran su alto rendimiento analítico, con capacidad de procesar hasta 150 muestras por hora, y la reducción del riesgo de error humano, ya que el sistema automatiza tanto la manipulación de la muestra como la lectura del resultado. Además, utiliza tubos con EDTA ya disponibles en el laboratorio, evitando la necesidad de recolección adicional o reactivos específicos (Alifax S.r.l., 2021).

Estudios comparativos han demostrado que la correlación entre el método Alifax® y el método de referencia Westergren es alta, y que las diferencias observadas no comprometen su aplicabilidad clínica. Asimismo, su implementación mejora el flujo de trabajo en laboratorios con alto volumen de muestras y fortalece el control de calidad al integrar sistemas de validación interna y externa (Brugnara et al., 2014).

2. Materiales y métodos

2.1. Población

Este estudio transversal comenzó con el consentimiento informado de todos los participantes, 73 hombres y 127 mujeres. Se aplicó un cuestionario para evaluar el historial médico y se realizó la extracción de muestras de sangre. El criterio de inclusión consideró a pacientes ambulatorios con edades entre 18 y 93 años que acudieron a realizarse estudios como chequeo de VSG.

2.2. Método manual por Wintrobe

La VSG se determinó mediante el método manual de Wintrobe, utilizando sangre total anticoagulada con EDTA K₂. Las muestras se procesaron dentro de las dos horas posteriores a su recolección, asegurando una adecuada homogeneización mediante inversión suave. El llenado de los tubos de Wintrobe se realizó desde la base hacia la marca de 0 mm, utilizando una cánula para evitar la formación de burbujas de aire. Los tubos se colocaron en posición vertical en un soporte nivelado, garantizando su perpendicularidad respecto al plano de trabajo. Las muestras se mantuvieron en reposo durante una hora a temperatura ambiente controlada (20–25 °C), sin exposición a vibraciones ni corrientes de aire. Transcurrido este tiempo, se registró la distancia, en milímetros, desde la parte superior de la columna de sangre hasta el límite superior de los eritrocitos sedimentados, corrigiendo el valor con base al hematocrito y el resultado obtenido de la determinación expresado en mm/h.

2.3. Método automatizado por Alifax®

La VSG fue determinada mediante un analizador automatizado de la serie Alifax® (Sysmex), el cual emplea tecnología de fometría capilar. Esta tecnología permite la lectura de la VSG en un tiempo de 20 segundos por muestra, lo que optimiza la eficiencia operativa del laboratorio y acorta significativamente los tiempos de entrega de resultados. El sistema mide la capacidad de agregación eritrocitaria mediante un sensor óptico en un capilar interno a temperatura controlada de 37 °C, sin necesidad de procedimientos manuales de dilución o sedimentación prolongada. Se utilizaron muestras de sangre total recolectadas en tubos con anticoagulante EDTA K₂, de 3 mL de capacidad y dimensiones de 13 × 75 mm. Para cada análisis, el sistema aspiró automáticamente 175 µL de muestra.

Análisis estadístico

Los resultados graficados se construyeron utilizando el software SigmaPlot versión 12.0. Para la comparación de los métodos, se utilizó la prueba de regresión lineal y Bland-Altman.

Resultados

Figura 1. Comparación de VSG por método de Wintrobe vs Alifax

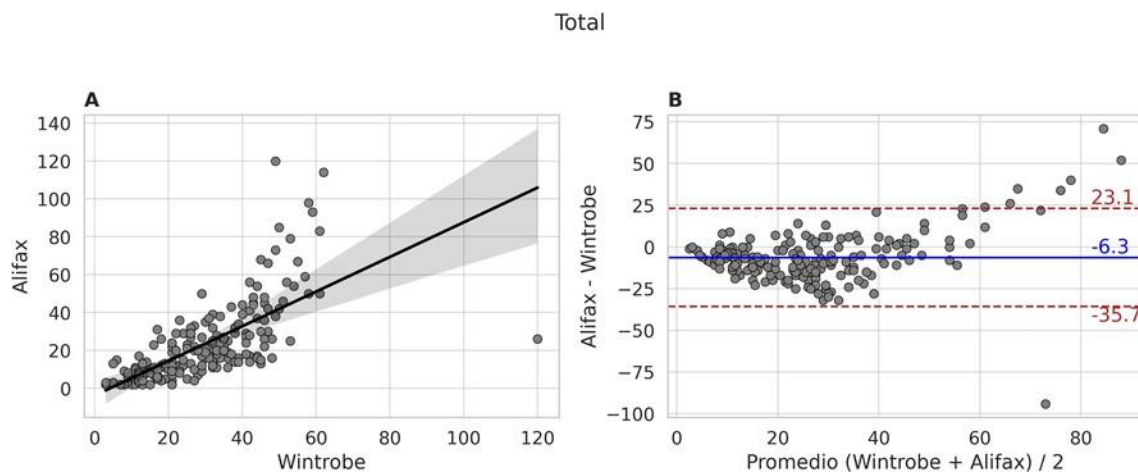


Figura 1. Comparación total entre los métodos de Wintrobe y Alifax® para la medición de la VSG. Panel A muestra la dispersión con línea de regresión, y el Panel B el análisis de Bland-Altman con un sesgo promedio de -6.3 mm/h, y límites de concordancia entre -35.7 y 23.1 mm/h.

Figura 2. Comparación de VSG en hombres por método de Wintrobe vs Alifax

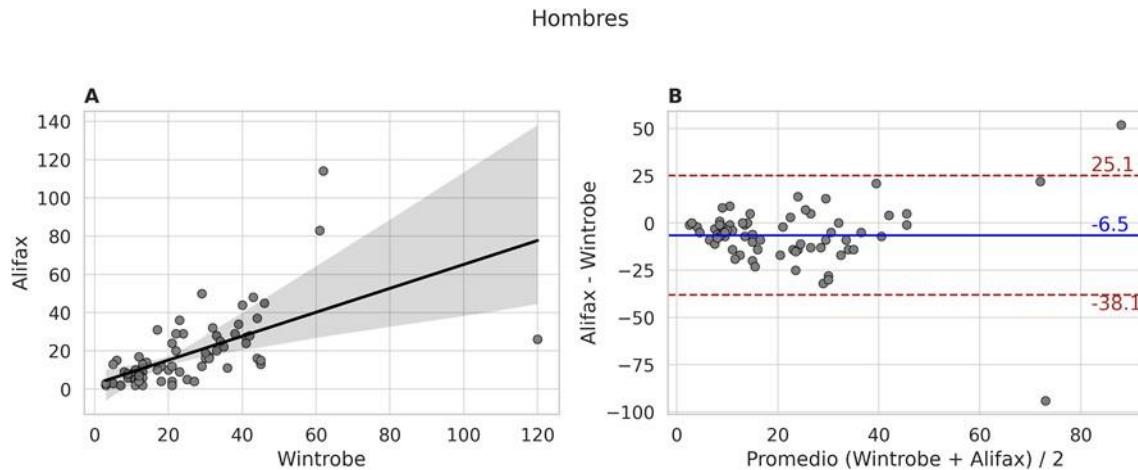


Figura 2. Resultados para hombres. El análisis de Bland-Altman muestra un sesgo medio de -6.5 mm/h con mayor dispersión, llegando a límites de concordancia entre -38.1 y 25.1 mm/h, lo cual sugiere mayor variabilidad intraindividual en este grupo.

Figura 3. Comparación de VSG en mujeres por método de Wintrobe vs Alifax

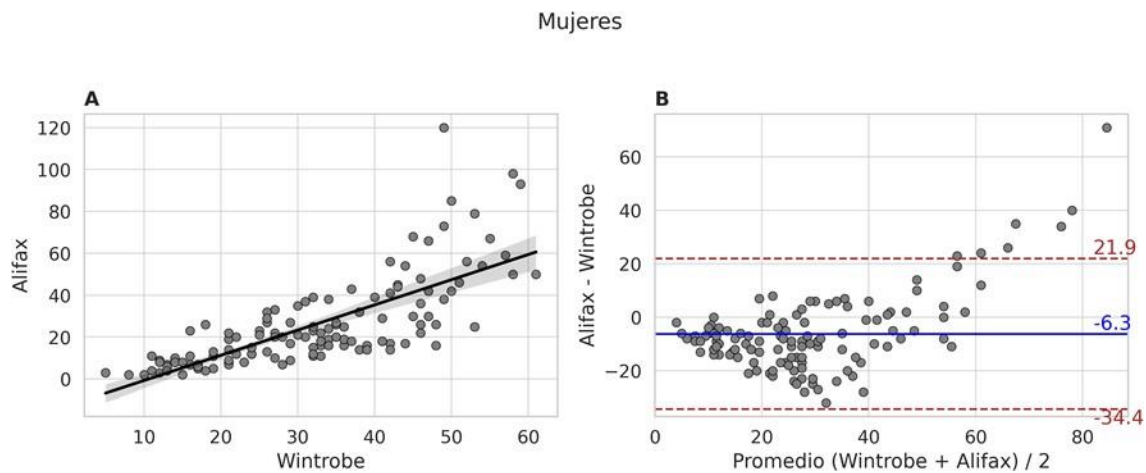


Figura 3. Resultados para mujeres. Se mantiene un sesgo similar (-6.3 mm/h), pero con menor desviación estándar, resultando en límites de concordancia más estrechos (-34.4 a 21.9 mm/h), lo que indica mayor consistencia en este subgrupo.

Tabla 1. Comparación estadística por sexo

Grupo	Media de diferencias	Desviación estándar	+1.96 DE	-1.96 DE
Hombres	-6.5	16.1	25.1	-38.1
Mujeres	-6.3	14.4	21.9	-34.4

Tabla 1. Estadísticos derivados del análisis de Bland-Altman por sexo. Ambos grupos presentan un sesgo similar entre métodos, sin embargo, los hombres muestran mayor dispersión en las diferencias de medición (DE = 16.1 mm/h) frente a las mujeres (DE = 14.4 mm/h).

Para el establecimiento de los valores de referencia de la velocidad de sedimentación globular, se utilizó el enfoque estadístico propuesto en la guía CLSI EP28-A3c. Se analizó una base de datos compuesta por individuos aparentemente sanos, y se definieron los intervalos de referencia a partir del rango central del 95% (percentiles 2.5-97.5), calculado de manera independiente para cada método (Wintrobe y Alifax®).

Tabla 2. Valores de referencia de VSG para cada método

Valores de referencia método Wintrobe:	Valores de referencia método Alifax®:
Hombres ≤ 45 años 0 - 15 mm/h	Hombres ≤ 45 años 0 - 13 mm/h
Hombres ≥ 46 años 0 - 19 mm/h	Hombres ≥ 46 años 0 - 18 mm/h
Mujeres ≤ 45 años 0 - 35 mm/h	Mujeres ≤ 45 años 0 - 28 mm/h
Mujeres ≥ 46 años 0 - 37 mm/h	Mujeres ≥ 46 años 0 - 33 mm/h

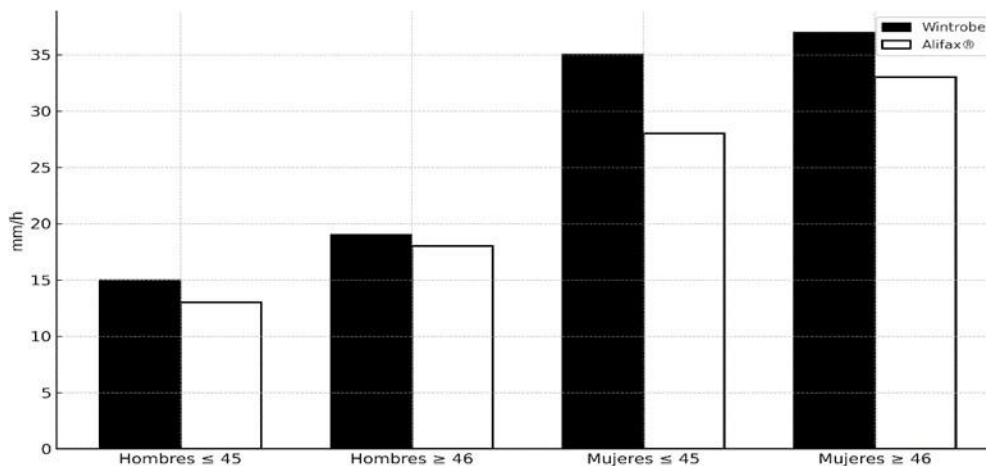


Figura 4. Intervalos de referencia para la velocidad de sedimentación globular determinados por sexo, grupo etario y método analítico. Las barras negras representan los valores obtenidos mediante el método manual de Wintrobe, mientras que las barras vacías con contorno negro corresponden al sistema automatizado Alifax®. Se observa una tendencia al aumento de los valores con la edad y diferencias entre ambos métodos, lo que respalda la necesidad de establecer valores de referencia específicos para cada método.

3. Discusión

Se evaluó la concordancia entre el método manual de Wintrobe y el sistema automatizado Alifax® para la medición de la VSG, tanto en la población general como de forma estratificada por sexo. Los resultados muestran una buena correlación lineal entre ambos métodos, sin embargo, el análisis de Bland-Altman revela un sesgo sistemático donde Alifax tiende a determinar valores más bajos para la VSG en comparación con Wintrobe, con una media de las diferencias cercana a -6,3 mm/h en el conjunto total.

Cuando los datos fueron analizados por separado en hombres y mujeres, se observó que dicho sesgo se mantiene en magnitud similar (-6,5 mm/h en hombres y -6,3 mm/h en mujeres), lo que



indica una diferencia consistente entre ambos métodos, independientemente del sexo. Sin embargo, la desviación estándar de las diferencias fue mayor en hombres (DE = 16,1 mm/h) que en mujeres (DE = 14,4 mm/h), lo que resultó en límites de concordancia más amplios para el grupo masculino (-38,1 a 25,1 mm/h frente a -34,4 a 21,9 mm/h en mujeres).

Esta mayor variabilidad en los hombres podría estar relacionada con factores fisiológicos que afectan la sedimentación eritrocitaria, como niveles de hematocrito más elevados, diferencias hormonales, o variabilidad en la viscosidad plasmática. En contraste, la mayor homogeneidad observada en las mujeres podría reflejar una respuesta más uniforme en los parámetros que influyen en la VSG.

Desde el punto de vista clínico, estos hallazgos sugieren que, si bien el sistema automatizado Alifax® representa una alternativa válida al método manual de Wintrobe, es importante considerar el sesgo negativo sistemático que presenta. Esta determinación de valores más bajos podría tener implicaciones diagnósticas en cuadros donde valores de VSG cercanos al umbral de referencia son críticos para la toma de decisiones clínicas.

Es importante señalar que los valores de referencia no son intercambiables entre métodos. Los resultados obtenidos en este estudio confirman que los valores de referencia de la VSG difieren de manera significativa según el método utilizado. A partir del análisis estadístico de los datos recopilados, se observó que los rangos normales definidos para el método manual de Wintrobe no son equivalentes a los del sistema automatizado Alifax®, lo cual tiene implicaciones clínicas y metodológicas importantes.

Nuestros valores de referencia, derivados de la población estudiada, respaldan lo reportado en la literatura respecto a estas discrepancias metodológicas. El establecimiento de los valores de referencia para la VSG se realizó conforme a la guía CLSI EP28-A3c, utilizando una base de datos compuesta por individuos aparentemente sanos. Los intervalos se definieron con base en el rango central del 95% (percentiles 2.5-97.5), calculados de manera independiente para los métodos Wintrobe y Alifax®, y estratificados por sexo y grupo etario.

Los resultados evidencian diferencias importantes entre ambos métodos. Por ejemplo, para los hombres ≤ 45 años, el límite superior fue de 15 mm/h con Wintrobe y de 13 mm/h con Alifax®. En mujeres ≤ 45 años, los valores máximos alcanzaron 35 mm/h para Wintrobe y 28 mm/h para Alifax®. Estas diferencias pueden atribuirse a los principios técnicos de cada método: Wintrobe utiliza una columna más corta y no diluye la muestra, mientras que Alifax®, basado en fotometría capilar automatizada, está calibrado para imitar los valores del método Westergren, pero con una sensibilidad distinta en la detección de agregación eritrocitaria (Piva et al., 2011).

Además, como era esperado, se observaron valores más altos en mujeres y en personas mayores de 46 años, lo que es consistente con la literatura respecto a la influencia de la edad y el sexo sobre la VSG (Brigden, 1999). Estos hallazgos subrayan la importancia de no intercambiar los intervalos de referencia entre métodos y refuerzan la necesidad de que cada laboratorio valide sus propios rangos, especialmente si existen diferencias en la técnica o en la población atendida.

En conjunto, estos resultados reafirman que la interpretación clínica de la VSG debe considerar el contexto técnico y biológico, y que la elección del método debe ir acompañada de intervalos de referencia apropiadamente definidos y validados. Finalmente, nuestros datos respaldan la necesidad de validar e interpretar los resultados de VSG considerando el sexo del paciente, no solo por razones fisiológicas, sino también por su impacto en la precisión analítica entre métodos. La implementación de límites de concordancia específicos por sexo podría optimizar la utilidad diagnóstica de esta prueba en el contexto del laboratorio clínico.



4. Conclusiones

La velocidad de sedimentación globular mantiene su relevancia como marcador inespecífico de inflamación en el laboratorio clínico, gracias a su bajo costo, facilidad de realización e interpretación contextualizada. El método de Wintrobe, aunque menos sensible que otros métodos, destaca por requerir menor volumen de muestra y no precisar dilución, lo que lo convierte en una opción útil en poblaciones vulnerables. Por otro lado, el sistema automatizado Alifax® permite una determinación rápida, estandarizada y reproducible de la VSG, mejorando la eficiencia operativa en laboratorios de alto volumen.

Los resultados de este estudio evidencian que los valores de referencia para la VSG varían de forma significativa entre el método manual de Wintrobe y el sistema automatizado Alifax®. Esta discrepancia resalta la importancia de no considerar intercambiables los resultados entre diferentes métodos, aun cuando utilicen el mismo tipo de muestra.

Este estudio permitió establecer intervalos de referencia específicos para la VSG, diferenciados por sexo, edad y método analítico, conforme a los lineamientos de la guía CLSI EP28-A3c. Los resultados mostraron diferencias claras entre los métodos manual (Wintrobe) y automatizado (Alifax®), lo que resalta la necesidad de no considerar equivalentes sus valores diagnósticos.

Estos resultados reflejan tanto las diferencias fisiológicas por sexo y edad como las inherentes al principio de medición de cada método. Por ello, se concluye que cada laboratorio debe validar sus propios valores de referencia de acuerdo con la metodología empleada y la población que atiende, para asegurar una interpretación diagnóstica precisa y clínicamente útil.

Referencias Bibliográficas

1. Alifax S.r.l. (2021). *ESR Line – Test1 Brochure*. <https://www.alifax.com>
2. Bain, B. J. (2017). *Blood Cells: A Practical Guide* (5th ed.). Wiley-Blackwell.
3. Biernacki, E. F. (1897). Ueber eine neue Methode zur diagnostischen Beurtheilung des Blutes. *Deutsche Medizinische Wochenschrift*, 23, 769-772.
4. Brigden, M. L. (1999). Clinical utility of the erythrocyte sedimentation rate. *American Family Physician*, 60(5), 1443-1450.
5. Brugnara, C., Schiller, B., & Moran, J. (2014). New techniques for measuring the erythrocyte sedimentation rate. *American Journal of Hematology*, 89(2), 210-213.
6. Hunder, G. G., Bloch, D. A., Michel, B. A., Stevens, M. B., Arend, W. P., Calabrese, L. H., ... & Zvaifler, N. J. (1990). The American College of Rheumatology 1990 criteria for the classification of giant cell arteritis. *Arthritis & Rheumatism*, 33(8), 1122-1128.
7. Kushner, I., Rzewnicki, D., & Samols, D. (2016). What does minor elevation of C-reactive protein signify? *The American Journal of Medicine*, 119(2), 166.e17-166.e28.
8. Lewis, S. M., Bain, B. J., & Bates, I. (2012). *Dacie and Lewis Practical Haematology* (11th ed.). Elsevier.
9. Mahajan, V., Walia, R., & Arora, S. (2017). Comparison of Westergren and Wintrobe methods for the estimation of erythrocyte sedimentation rate. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*, 11(4), BCO4-BCO6.
10. Piva, E., Hamouda, M., Pelloso, M., & Plebani, M. (2011). Automated measurement of erythrocyte sedimentation rate: comparison of four different systems. *Scandinavian Journal of Clinical and Laboratory Investigation*, 71(7), 568-573.
11. Sox, H. C., & Liang, M. H. (1986). The erythrocyte sedimentation rate: guidelines for rational use. *Annals of Internal Medicine*, 104(4), 515-523.



12. Westergren, A. (1921). Studien über die Hämoglobinsenkungsgeschwindigkeit des Blutes bei verschiedenen Erkrankungen. *Arkiv för Medicin*, 16, 1–30.
13. Smith, J. A., & Patel, R. (2023). Advances in erythrocyte sedimentation rate testing: A comprehensive review. *Journal of Clinical Laboratory Analysis*, 37(2), e24789. <https://doi.org/10.1002/jcla.24789>
14. Ahmed, N., & Zhao, Y. (2022). Erythrocyte sedimentation rate: Interpretation in the era of COVID-19 and other systemic inflammatory conditions. *International Journal of Laboratory Hematology*, 44(3), 349–358. <https://doi.org/10.1111/ijlh.13723>
15. Wu, X., & Zhang, J. (2025). Recent progress in analytical technologies for erythrocyte sedimentation rate and related biomarkers. *Analytical Chemistry*, 97(4), 2581–2590. <https://doi.org/10.1021/acs.analchem.4c04751>
16. Damien, E. (2023). Recent advancements in erythrocyte sedimentation rate (ESR) analyzers. *Journal of Clinical Laboratory Analysis*, 12(2), 124–130. <https://www.longdom.org/open-access/recent-advancements-in-erythrocyte-sedimentation-rate-esr-analyzers.pdf>
17. Hologlu, E. N., Uzunlulu, M., & Torun, C. (2024). Extremely elevated erythrocyte sedimentation rates: associations with patients' diagnoses and clinical characteristics. *Romanian Journal of Internal Medicine*, 0, 1–22. <https://doi.org/10.2478/rjim-2024-0034>
18. Red blood cell sedimentation rate measurements in a high aspect ratio microchannel. (2022). *Clinical Hemorheology and Microcirculation*, 1(1), 1–10. <https://kclpure.kcl.ac.uk/portal/en/publications/red-blood-cell-sedimentation-rate-measurements-in-a-high-aspect-r>

Conflicto de Intereses: Los autores declaran que no tienen conflictos de intereses relacionados con este estudio y que todos los procedimientos seguidos cumplen con los estándares éticos establecidos por la revista. Asimismo, confirman que este trabajo es inédito y no ha sido publicado, ni parcial ni totalmente, en ninguna otra publicación.