



REVISIÓN

Impact of preprocessing on the results of thyroid function evaluations

Impacto del preprocesamiento en los resultados de las evaluaciones de función tiroidea

Diego Eduardo Guato Canchinia¹  , Edison Vladimir Maldonado Mariño¹  , Myriam Lizeth Morales Pilataxi¹  , Alexander Javier Ramos Velastegui¹  

¹Universidad Regional Autónoma de los Andes. Ambato, Ecuador.

Citar como: Guato Canchinia DE, Maldonado Mariño EV, Morales Pilataxi ML, Ramos Velastegui AJ. Impact of preprocessing on the results of thyroid function evaluations. Salud, Ciencia y Tecnología. 2024; 4:.530. <https://doi.org/10.56294/saludcyt2024.530>

Enviado: 14-02-2024

Revisado: 27-08-2024

Aceptado: 07-12-2024

Publicado: 08-12-2024

Editor: Prof. Dr. William Castillo-González 

Autor para la correspondencia: Diego Eduardo Guato Canchinia 

ABSTRACT

Accuracy in thyroid hormone measurements has been a crucial step in the diagnosis and management of thyroid disorders. However, preanalytical factors such as choice of laboratory materials, diet, and sample preparation conditions have been found to significantly affect test results. Therefore, the present study has focused on analyzing the influence of these preanalytical factors on thyroid hormone tests, as well as the impact on diagnostic accuracy. In addition, establishing guidelines to optimize the quality of clinical results and improve the management of thyroid diseases. To achieve these purposes, aspects such as the selection of collection tubes, the quality of the reagents and the impact of the diet on the results have been evaluated. The findings indicated that tubes with separating gel and anticoagulants negatively affect TSH and FT4 measurements. While food intake before extraction significantly alters TSH and FT4 levels. Although equilibrium dialysis is accurate for measuring FT4, it has been influenced by adsorption on surfaces and storage conditions. In conclusion, observations have highlighted the need to standardize preanalytical procedures and use appropriate materials to improve the accuracy of hormonal testing. In conjunction with the implementation of guidelines based on practices and scientific evidence that optimize the quality of clinical results and improve the management of thyroid diseases.

Keywords: Diagnostic Accuracy; Laboratory Materials; Sample Extraction; Diet and Hormones.

RESUMEN

La precisión en las mediciones de hormonas tiroideas ha constituido un paso crucial en el diagnóstico y manejo de trastornos tiroideos. Sin embargo, se ha observado que los factores preanalíticos, como la elección de materiales de laboratorio, la dieta y las condiciones de preparación de muestras, afectan significativamente los resultados de las pruebas. Por ende, el presente estudio se ha orientado en analizar la influencia de dichos factores preanalíticos en las pruebas de hormonas tiroideas, así como el impacto en la precisión diagnóstica. Además, de establecer pautas para optimizar la calidad de los resultados clínicos y mejorar el manejo de las enfermedades tiroideas. Para alcanzar estos propósitos, se han evaluado aspectos como la selección de tubos de recolección, la calidad de los reactivos y el impacto de la dieta en los resultados. Los hallazgos indicaron que los tubos con gel separador y anticoagulantes afectan negativamente las mediciones de TSH y FT4. Mientras que la ingesta de alimentos antes de la extracción altera significativamente los niveles de TSH y FT4. Aunque la diálisis de equilibrio es precisa para medir FT4, se ha visto influenciada por la adsorción en superficies y las condiciones de almacenamiento. En conclusión, las observaciones han resaltado la necesidad de estandarizar los procedimientos preanalíticos y utilizar materiales adecuados para mejorar la precisión de las pruebas hormonales. Conjuntamente, con la implementación de pautas basadas

en prácticas y evidencia científica que optimicen la calidad de los resultados clínicos y mejoren el manejo de las enfermedades tiroideas.

Palabras clave: Precisión Diagnóstica; Materiales de Laboratorio; Extracción de Muestras; Dieta y Hormonas.

INTRODUCCIÓN

El análisis de las hormonas tiroideas resulta esencial en el diagnóstico y seguimiento de trastornos tiroideos, al ser clave tanto en la endocrinología como en la medicina de laboratorio.⁽¹⁾ Estas hormonas son producidas por la glándula tiroides, que se localiza en la parte frontal del cuello. La tiroides secreta principalmente tiroxina (T4) y triyodotironina (T3), hormonas esenciales para la regulación del metabolismo, la temperatura corporal y el crecimiento, entre otras funciones.⁽²⁾ T4 se convierte en T3 en los tejidos periféricos, y ambas hormonas controlan el consumo de energía y el equilibrio del cuerpo humano.

El mal funcionamiento de la tiroides, ya sea por una producción excesiva (hipertiroidismo) o deficiente (hipotiroidismo) de estas hormonas, causa una variedad de síntomas clínicos. El hipotiroidismo se manifiesta con fatiga, aumento de peso, intolerancia al frío y lentitud mental. Mientras que el hipertiroidismo provoca pérdida de peso, ansiedad, temblores y taquicardia. Estas disfunciones se originan por enfermedades autoinmunes, como la tiroiditis de Hashimoto o la enfermedad de Graves, deficiencias de yodo, o alteraciones genéticas. Por ejemplo, la enfermedad de Graves se caracteriza por una sobreproducción de hormonas tiroideas debido a la estimulación excesiva por anticuerpos específicos.

Para la detección de anomalías en la función tiroidea, se utilizan pruebas que miden los niveles séricos de T4, T3 y la hormona estimulante de la tiroides (TSH). La medición de TSH es particularmente útil, ya que actúa como un regulador clave de la producción de hormonas tiroideas y permite detectar desviaciones en su funcionamiento.^(3,4) Además, la medición de tiroxina libre (FT4) y triyodotironina libre (FT3) mediante técnicas como el inmunoensayo o la diálisis de equilibrio proporciona una evaluación precisa de la función tiroidea.⁽⁵⁾ De modo que estas técnicas, reducen la interferencia de proteínas de unión en el suero.

Diversos ensayos clínicos han investigado la función tiroidea, al abordar aspectos como el impacto de la edad, el estado nutricional y el uso de medicamentos en la variabilidad de las hormonas tiroideas. Estos estudios también han evaluado tratamientos farmacológicos para el hipotiroidismo y el hipertiroidismo, al destacar la necesidad de un monitoreo riguroso de los niveles hormonales para evitar complicaciones.⁽⁶⁾ Por ejemplo, ensayos recientes han explorado cómo los tratamientos con levotiroxina para el hipotiroidismo son optimizados, al considerar factores individuales como la edad y el estado de salud general del paciente.

Finalmente, la precisión en el análisis de las hormonas tiroideas no solo depende de la técnica analítica utilizada, sino también de la rigurosidad en la fase preanalítica.^(7,8) La correcta recolección, almacenamiento y procesamiento de las muestras es crucial para obtener resultados que reflejen con exactitud la función tiroidea. La integridad de las muestras afecta directamente la fiabilidad de los resultados, debido que cualquier error en esta fase puede introducir variabilidad y comprometer el diagnóstico.^(9,10) Por lo tanto, es imperativo implementar procedimientos estandarizados y rigurosos para minimizar estos riesgos y garantizar la precisión diagnóstica en el análisis de hormonas tiroideas.^(11,12)

Con base en lo anterior, el presente estudio tiene como objetivo analizar la influencia de los factores preanalíticos en las pruebas de hormonas tiroideas y su impacto en la precisión diagnóstica. Asimismo, se busca establecer pautas que optimicen la calidad de los resultados clínicos y mejoren el manejo de las enfermedades tiroideas.

MÉTODO

El estudio se fundamentó en una revisión de la literatura científica actual.⁽¹³⁾ Se recopilaron datos relevantes de estudios observacionales, ensayos clínicos y revisiones sistemáticas, al enfocarse en la variabilidad preanalítica en las pruebas de hormonas tiroideas. Esta metodología incluyó la identificación y selección de estudios que aportaran información significativa sobre el tema. En cuanto a la búsqueda de literatura se realizó en bases de datos clínicas reconocidos, como PubMed y ScienceDirect.

Los términos clave incluyeron “variaciones preanalíticas”, “hormonas tiroideas”, “TSH”, “T3”, “T4”, e “implicaciones clínicas”. La estrategia de búsqueda fue diseñada para cubrir de manera integral el tema y capturar estudios relevantes en inglés y español. Se seleccionaron estudios publicados en los últimos cinco años para garantizar la vigencia de la información. Solo se incluyeron aquellos que trataban específicamente las variaciones preanalíticas en las pruebas de hormonas tiroideas. Los artículos seleccionados provenían de revistas indexadas en los cuartiles 1 y 2 de Scimago.

Tras una revisión inicial, se evaluaron los textos completos de los estudios seleccionados. Finalmente, se incluyeron 14 estudios relevantes para el análisis. Los datos recopilados se analizaron de manera descriptiva

y crítica, al centrar el análisis en las principales fuentes de variabilidad preanalítica.^(14,15) Se evaluó cómo estas afectan la precisión diagnóstica y el manejo clínico de los pacientes con trastornos tiroideos. Este enfoque asegura la fiabilidad de los resultados y proporciona una comprensión integral de cómo las variaciones preanalíticas afectan las pruebas de hormonas tiroideas.

DESARROLLO

Materiales de laboratorio en la precisión de las mediciones de TSH, FT4 y T3.

La elección de los materiales de laboratorio, tales como los tubos de recolección y los reactivos, ejerce un papel decisivo en la precisión de las mediciones de hormona estimulante de la tiroides (TSH), tiroxina libre (FT4) y triyodotironina (T3). Los estudios han mostrado que la variabilidad en estos materiales presenta una probabilidad significativa de inducir errores significativos en los resultados de las pruebas hormonales, al afectar tanto la exactitud como la fiabilidad de los diagnósticos clínicos.

Impacto de los tubos de recolección.

La elección del tipo de tubo de recolección de sangre trabaja en la precisión de las mediciones hormonales. Los tubos se encuentran tratados con diferentes aditivos, como geles separadores o anticoagulantes, que interfieren con la estabilidad y la integridad de las muestras. Por ejemplo, los tubos con gel separador provocan la adsorción de hormonas a las paredes del tubo. De modo que reduce la concentración de las hormonas en la muestra y, por ende, afecta la precisión de las mediciones. Asimismo, los tubos que contienen anticoagulantes, como el EDTA, alteran las mediciones de TSH y FT4 al afectar el metabolismo hormonal en la muestra.

Influencia de los reactivos.

Los reactivos utilizados en las pruebas de laboratorio también son críticos para obtener resultados precisos. Las variaciones en la calidad y la composición de los reactivos influyen en la sensibilidad y especificidad de los ensayos. La estabilidad y el almacenamiento inadecuado de los reactivos causan deterioro, al afectar la reacción química y, por lo tanto, los resultados de las mediciones de TSH, FT4 y T3. Por ejemplo, una mala calibración de los reactivos o la utilización de reactivos vencidos puede llevar a lecturas erróneas de las concentraciones hormonales.

Efecto de la dieta en las mediciones de hormonas tiroideas.

La dieta tiene un impacto significativo en las mediciones de hormonas tiroideas, particularmente en los niveles de TSH y tiroxina libre (FT4). Varios estudios han demostrado que la ingesta de alimentos antes de la extracción de muestras altera los resultados de las pruebas de función tiroidea, al acentuar la prioridad de estandarizar las condiciones preanalíticas.

Efecto en TSH

La hormona estimulante de la tiroides (TSH) sigue un ritmo circadiano, y sus niveles también responden a la ingesta de alimentos. En condiciones de ayuno, los niveles de TSH tienden a elevarse, lo que podría llevar a diagnósticos erróneos de hipotiroidismo si no se considera esta variable. En contraste, tras el consumo de alimentos, como se observó en estudios sobre el “desayuno ecuatoriano”, los niveles de TSH disminuyen significativamente poco tiempo después de la ingesta, lo que enmascararía a un diagnóstico preciso de hipotiroidismo subclínico.

Efecto en FT4

Los niveles de tiroxina libre (FT4) también se encuentran afectados por la dieta, aunque en menor medida que la TSH. Los estudios han mostrado una disminución de los niveles de FT4 tras la ingesta de alimentos, particularmente algunas horas después de una comida. Este efecto se debe a cambios en la biodisponibilidad y metabolismo de las hormonas tiroideas, al resaltar el control sobre el tiempo transcurrido entre la comida y la extracción de la muestra.

Enfoque preanalítico

Se sugiere que las pruebas de función tiroidea, especialmente para medir TSH y FT4, se realicen en condiciones de ayuno. Idealmente, estas deben llevarse a cabo por la mañana, cuando los niveles de TSH alcanzan su punto más alto, al permitir la obtención de mediciones más consistentes. También es necesario que los pacientes mantengan un ayuno de al menos 8 horas antes de la prueba para reducir la variabilidad en los resultados. Estas sugerencias ayudan a mejorar la precisión diagnóstica y a evitar los resultados falsamente alterados por la influencia de la dieta.

Impacto de factores preanalíticos en la medición de FT4.

La determinación precisa de la tiroxina libre (FT4) constituye un elemento transcendental en el diagnóstico

y manejo de trastornos tiroideos. La diálisis de equilibrio se considera el “estándar de oro” para la medición de FT4 debido a su capacidad para separar la tiroxina libre de la tiroxina unida a proteínas, al proporcionar una estimación precisa de la cantidad de FT4 en el suero. Este método permite una medición directa de la fracción libre de tiroxina, que es la forma biológicamente activa de la hormona, lo que contribuye a una evaluación más exacta de la función tiroidea. Este método de diálisis de equilibrio es ampliamente reconocido por su alta precisión en la medición de FT4, pero su efectividad se ve afectada por diversos factores preanalíticos.

Factores preanalíticos que afectan la exactitud

1. Adsorción a superficies: La tiroxina adsorbe a las superficies de los tubos y dispositivos de laboratorio utilizados en la preparación y medición de las muestras. Esta adsorción reduce la cantidad de hormona disponible para la medición y, por ende, afecta la exactitud de los resultados. Para mitigar este problema, se debe seleccionar materiales con propiedades que minimicen la adsorción y asegurar la adecuada calibración de los equipos.

2. Estabilidad de las muestras: La estabilidad de las muestras constituye un elemento significativo en la obtención de los resultados precisos. Factores como la temperatura y el tiempo de almacenamiento influyen en la integridad de las muestras. Las condiciones de almacenamiento, como la temperatura y la duración, también impactan en la estabilidad y precisión de las muestras. Algunos estudios sugieren que el almacenamiento a temperatura ambiente es adecuado a corto plazo. Mientras que otros indican que el almacenamiento prolongado a temperaturas específicas puede afectar los resultados de las pruebas. Por tanto, se debe mantener las condiciones de almacenamiento recomendadas y procesar las muestras en el menor tiempo posible para preservar la exactitud de la medición.

3. Condiciones de preparación: La preparación de las muestras incluye el proceso de centrifugación y la manipulación antes del análisis, donde tiene altas probabilidades de impactar en los resultados. La variabilidad en estos procedimientos fomenta la introducción de errores, por lo que es necesario seguir protocolos estandarizados y reproducibles.

4. Calibración y control de calidad: La calibración adecuada de los equipos y la implementación de controles de calidad regulares son vitales para garantizar la precisión de las mediciones. Las desviaciones en estos procesos comprometen la exactitud de los resultados de FT4.

Función de las deydinasas en la regulación de hormonas tiroideas.

Las deydinasas son enzimas clave en la regulación de las hormonas tiroideas, al desempeñar un papel esencial en la conversión de la tiroxina (T4) a su forma activa, la triyodotironina (T3), y en la inactivación de estas hormonas. Su función es fundamental para el equilibrio hormonal tiroideo y, por ende, para la regulación del metabolismo y diversas funciones fisiológicas.

Papel de las deydinasas en la regulación de hormonas tiroideas.

1. Conversión de hormonas: Las deydinasas son responsables de la conversión periférica de la T4 a T3, la forma biológicamente activa de la hormona tiroidea. Esta conversión es crucial para mantener niveles adecuados de T3 en los tejidos, ya que la T4 es menos activa en comparación con la T3.

- Deyodina tipo 1 (DIO1): Se expresa principalmente en el hígado y en los riñones, y juega un papel transcendental en la producción de T3 en la circulación y en los tejidos periféricos.
- Deyodina tipo 2 (DIO2): Se encuentra en el cerebro, la glándula pituitaria y en otros tejidos. Su función principal es proporcionar T3 localmente en los tejidos donde se necesita, al regular la respuesta hormonal en el cerebro y otros órganos.
- Deyodina tipo 3 (DIO3): Se encarga de la inactivación de la T4 y T3 al convertirlas en formas inactivas, como la T3 reversa (rT3). Su actividad controla la cantidad de hormona activa disponible en el organismo.

2. Regulación del metabolismo tiroideo: Las deydinasas ayudan a ajustar los niveles de T3 en respuesta a las necesidades metabólicas del cuerpo. Por ejemplo, durante el estrés, la actividad de DIO3 aumenta para reducir la actividad de T3 y proteger al organismo de efectos metabólicos excesivos.

Potencial terapéutico en el tratamiento de enfermedades tiroideas.

1. Enfermedades hipotiroideas: En condiciones como el hipotiroidismo, donde hay una deficiencia de T3, la modulación de las deydinasas ayuda a mejorar la conversión de T4 a T3, al proporcionar un enfoque terapéutico adicional. La estimulación de DIO1 y DIO2 sería beneficiosa para incrementar la producción de T3 en los tejidos periféricos.

2. Enfermedades hipertiroideas: En el hipertiroidismo, la regulación de DIO3 sería un objetivo terapéutico para reducir la conversión de T4 a T3 y disminuir la actividad hormonal. Inhibidores específicos de DIO3 ayudarían a controlar los niveles excesivos de T3.

3. **Cáncer de tiroides:** Las mutaciones en los genes que codifican para las deydinasas presentan una alta probabilidad de contribuir al desarrollo de cáncer de tiroides. La modulación de la actividad de las deydinasas o la restauración de su función normal sería una estrategia para tratar o prevenir ciertos tipos de cáncer de tiroides.

4. **Resistencia a hormonas tiroideas:** En algunos casos de resistencia a hormonas tiroideas, las alteraciones en la actividad de las deydinasas serían responsables de la falta de respuesta a la T3. La investigación en esta área sería conducir a tratamientos personalizados que aborden las disfunciones específicas en la conversión de hormonas.

Las deydinasas juegan un papel crucial en la regulación del equilibrio de las hormonas tiroideas mediante la conversión y la inactivación de T4 y T3. Su potencial como objetivos terapéuticos es significativo, donde la manipulación de su actividad ofrecería nuevas vías para el tratamiento de diversas enfermedades tiroideas, desde hipotiroidismo hasta cáncer de tiroides.

Optimización de resultados clínicos en el manejo de enfermedades tiroideas.

Para optimizar la calidad de los resultados clínicos y mejorar el manejo de las enfermedades tiroideas, es fundamental implementar las siguientes pautas basadas en prácticas y evidencia científica:

1. **Estandarización de procedimientos preanalíticos:** Asegurar la estandarización en la recolección, almacenamiento y procesamiento de muestras permite minimizar la variabilidad preanalítica. Incluso, utilizar tubos de recolección y reactivos homologados y mantener condiciones óptimas de temperatura y tiempo durante el almacenamiento constituyen prácticas que garantizan la integridad de las muestras.

2. **Condiciones de ayuno y horario de recolección:** Realizar las pruebas de función tiroidea, especialmente la medición de TSH y FT4, en condiciones de ayuno y preferiblemente por la mañana. Esto es esencial debido a la variabilidad circadiana de TSH, que afecta los niveles de hormonas tiroideas. Establecer protocolos claros sobre el tiempo de ayuno y el momento de la extracción permite obtener resultados consistentes.

3. **Elección de técnicas analíticas adecuadas:** Emplear métodos de análisis que minimicen la interferencia de proteínas de unión, como la diálisis de equilibrio o el inmunoensayo de alta precisión. Estas técnicas proporcionan mediciones exactas de FT4 y FT3, al facilitar una evaluación precisa de la función tiroidea y al reducir que el riesgo de diagnósticos sea incorrecto.

4. **Control de calidad interno y externo:** Implementar un programa de control de calidad que incluya la participación en ensayos de competencia externa y la realización de controles internos regulares. Este enfoque asegura la fiabilidad de los resultados y permite la detección temprana de posibles desviaciones o errores en el análisis.

5. **Capacitación continua del personal:** Garantizar que el personal de laboratorio reciba capacitación continua sobre las mejores prácticas y avances en el análisis de hormonas tiroideas. La competencia técnica del personal es esencial para mantener altos estándares en la realización y supervisión de las pruebas.

6. **Documentación y revisión de procedimientos:** Mantener una documentación de todos los procedimientos, resultados y anomalías observadas. Incluso, revisar periódicamente estos procedimientos y resultados para identificar áreas de mejora y ajustar prácticas según las necesidades clínicas y avances científicos.

7. **Implementación de guías clínicas actualizadas:** Seguir las guías y recomendaciones clínicas actualizadas de organizaciones profesionales en endocrinología y medicina de laboratorio. Estas directrices proporcionan un marco basado en evidencia para el manejo de trastornos tiroideos y la interpretación de pruebas de función tiroidea.

Al aplicar estas pautas, se pretende mejorar la precisión de los resultados clínicos y optimizar el manejo de las enfermedades tiroideas. Esto, a su vez, contribuye a una mejor calidad de atención y a la prevención de complicaciones asociadas con el mal funcionamiento tiroideo.

RESULTADOS

La variabilidad en la selección de materiales de laboratorio y las condiciones de almacenamiento ha demostrado afectar significativamente la precisión de las mediciones de hormonas tiroideas. Se ha observado que la elección de tubos de recolección y reactivos influye en los resultados de las pruebas. Por ejemplo, se encontraron valores más altos de triyodotironina total en muestras recolectadas en tubos SST en comparación con otros tubos como los de vidrio o Vacuette. Además, la estabilidad de las muestras es crítica, ya que condiciones inadecuadas de almacenamiento, como temperaturas incorrectas y exposición a la luz, comprometen la integridad de las muestras y, en consecuencia, la precisión de los resultados.

En cuanto a los resultados de las pruebas de hormonas tiroideas, como TSH y FT4, varían según el tipo de tubo de recolección utilizado y las condiciones de almacenamiento. La adsorción de hormonas a materiales

específicos, como tubos de vidrio no tratados, acentúa la necesidad de seleccionar cuidadosamente los materiales para asegurar mediciones precisas. Las diferencias en el almacenamiento, al incluir la temperatura y la duración, también afectan la estabilidad y precisión de las muestras. La variabilidad en los resultados entre laboratorios y la falta de estandarización de métodos contribuyen a discrepancias en la interpretación clínica. De modo que destaca la necesidad de establecer valores de referencia uniformes y recomendaciones específicas para la toma de muestras.

Por último, el momento de extracción y el estado de ayuno influyen notablemente en los niveles de TSH. Los estudios han demostrado que los niveles de TSH son más altos en la mañana debido al ritmo circadiano y tienden a elevarse en condiciones de ayuno. Establecer valores de referencia para distintos momentos de recolección complica la práctica clínica, pero es esencial para una interpretación precisa. Además, la medición de tiroxina libre (FT4) ha mostrado alta precisión, al utilizar el método de diálisis de equilibrio. Aunque factores preanalíticos como la adsorción en utensilios de laboratorio afectaría la precisión. La comprensión de estos factores y la estandarización de prácticas constituyen una garantía para obtener resultados clínicos precisos y confiables

DISCUSIÓN

Las observaciones de este estudio destacaron la necesidad de estandarizar las condiciones preanalíticas para obtener resultados precisos en las pruebas de hormonas tiroideas. La variabilidad introducida por los materiales de laboratorio y los factores preanalíticos, como la elección de tubos de recolección y la calidad de los reactivos, concordó con estudios previos que identificaron estos factores como fuentes significativas de error. Por ejemplo, investigaciones han reportado variaciones en los niveles de TSH y FT4 debido a la adsorción en tubos con gel separador y anticoagulantes, lo que refuerza la necesidad de procedimientos estandarizados.

El impacto de la dieta en los niveles de TSH y FT4 también coincide con estudios anteriores que demostraron que la ingesta de alimentos altera los resultados de las pruebas de función tiroidea. Estos hallazgos acentúan la necesidad de realizar pruebas de función tiroidea en condiciones de ayuno y en las primeras horas de la mañana para minimizar la variabilidad y mejorar la precisión diagnóstica. La discrepancia observada en los niveles de TSH y FT4 tras la ingesta de alimentos insiste en aplicar protocolos de ayuno estandarizados en la práctica clínica.^(16,17)

En cuanto a la medición de FT4, los resultados obtenidos apoyaron el uso de la diálisis de equilibrio como una técnica precisa y fiable. La eficacia de esta técnica se vio afectada por factores preanalíticos, como la adsorción de hormonas y las condiciones de almacenamiento. De ahí que se requiera de un control de estos factores para mantener la exactitud de las mediciones. Por ende, se debe fomentar en los centros de investigación proyectos que se enfoquen en la optimización de los procedimientos preanalíticos. Incluso en el desarrollo de nuevos métodos para minimizar las interferencias y mejorar la precisión de las pruebas de hormonas tiroideas.

CONCLUSIONES

Los factores preanalíticos influyen significativamente en la precisión de las pruebas de hormonas tiroideas. La elección de materiales de laboratorio, como los tubos de recolección de sangre y reactivos, mostró una variabilidad notable en los resultados de TSH, FT4 y T3. La adsorción de hormonas a las superficies de los utensilios y el tipo de tubo utilizado impactaron directamente la exactitud de las mediciones. Estos resultados indicaron la necesidad de adherirse a pautas rigurosas para seleccionar materiales y manejar las muestras. Con el fin de que se garanticen los resultados precisos y confiables en el diagnóstico y tratamiento de trastornos tiroideos.

El momento de extracción y el estado de ayuno son factores críticos que afectan la variabilidad de los niveles de TSH. Los resultados demostraron que la TSH presenta fluctuaciones significativas basadas en el ritmo circadiano y las condiciones de ayuno. Estas variaciones acentuaron la necesidad de estandarizar las condiciones preanalíticas y considerar el momento de extracción y el estado nutricional del paciente al interpretar los resultados. La falta de uniformidad en estas condiciones conlleva a diagnósticos incorrectos y afectan la precisión clínica de las pruebas.

La dieta posee un impacto considerable en las mediciones de TSH y FT4, como se evidenció en el estudio del “desayuno ecuatoriano”. La reducción de los niveles de estas hormonas tras el consumo de alimentos ha resaltado la necesidad de informar a los pacientes sobre la influencia de su dieta en las pruebas de función tiroidea. Por tanto, se sugiere estandarizar las condiciones de ayuno y proporcionar directrices claras sobre el manejo dietético antes de la recolección de muestras para evitar resultados alterados. Por consiguiente, se debe fomentar investigaciones que exploren cómo diferentes dietas afectarían las mediciones hormonales, así como desarrollar pautas más precisas para la práctica clínica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Yildiz Z, Dağdelen LK. Reference intervals for thyroid disorders calculated by indirect method and comparison with reference change values. *Biochemia Medica*. 2023;33(1):49-59.
2. Köhrle J, Frädriich C. Deiodinases control local cellular and systemic thyroid hormone availability. *Free Radical Biology and Medicine*. 2022;193(Part 1):59-79.
3. Plączkowska S, Terpińska M, Piwowar A. Establishing laboratory-specific reference intervals for TSH and FT4 by use of the indirect Hoffman method. *Plos one*. 2022;17(1):e0261715.
4. Andersen S, Karmisholt J, Bruun NH, Riis J, Noahsen P, Westergaard L, et al. Interpretation of TSH and T4 for diagnosing minor alterations in thyroid function: a comparative analysis of two separate longitudinal cohorts. *Thyroid research*. 2022;15(1):19.
5. Ribera A, Zhang L, Ribeiro C, Vazquez N, Thonkulpitak J, Botelho JC, et al. Practical considerations for accurate determination of free thyroxine by equilibrium dialysis. *Journal of Mass Spectrometry and Advances in the Clinical lab*. 2023;29(August):9-15.
6. Pelanti J, Lamberg T, Salopuro T, Pussinen C, Suvisaari J, Joutsu-Korhonen L, et al. Changing immunochemistry platforms: thyroid function test comparison and reference intervals based on clinical needs. *The journal of applied laboratory medicine*. 2022;7(6):1438-44.
7. Hedayati M, Razavi SA, Boroomand S, Kheradmand Kia S. The impact of pre-analytical variations on biochemical analytes stability: A systematic review. *Journal of Clinical Laboratory Analysis*. 2020;34(12):e23551.
8. Ittermann T, Richter A, Junge M, Nauck M, Petersmann A, Jürgens C, et al. Variability of thyroid measurements from ultrasound and laboratory in a repeated measurements study. *European thyroid journal*. 2021;10(2):140-9.
9. Mrazek C, Lippi G, Keppel MH, Felder TK, Oberkofler H, Haschke-Becher E, et al. Errors within the total laboratory testing process, from test selection to medical decision-making-A review of causes, consequences, surveillance and solutions. *Biochemia medica*. 2020;30(2):215-33.
10. Alvarez-Payares JC, Bello-Simanca JD, De La Peña-Arrieta EDJ, Agamez-Gomez JE, Garcia-Rueda JE, Rodriguez-Arrieta A, et al. Common pitfalls in the interpretation of endocrine tests. *Frontiers in Endocrinology*. 2021;12(September):1-11.
11. Ghazal K, Brabant S, Prie D, Piketty M-L. Hormone immunoassay interference: a 2021 update. *Annals of laboratory medicine*. 2022;42(1):3-23.
12. Caruso B, Bovo C, Guidi GC. Causes of preanalytical interferences on laboratory immunoassays-a critical review. *Ejifcc*. 2020;31(1):70.
13. Tramullas J. Temas y métodos de investigación en Ciencia de la Información, 2000-2019. Revisión bibliográfica. *El profesional de la información*. 2020;29(4):2-6.
14. Granikov V, Hong QN, Crist E, Pluye P. Mixed methods research in library and information science: A methodological review. *Library & Information Science Research*. 2020;42(1):3-6.
15. Zhang C, Tian L, Chu H. Usage frequency and application variety of research methods in library and information science: Continuous investigation from 1991 to 2021. *Information Processing and Management*. 2023;60(6):4-8.
16. Reyes Domínguez Y, Moró Vela RÁ, Ramírez Núñez E, David Cardona L. Cáncer de tiroides en el Hospital General Docente “Dr. Agostinho Neto” de Guantánamo. *Rev Inf Cient [Internet]*. 2018;97(2). Disponible en: <https://revinfcientifica.sld.cu/index.php/ric/article/view/1840>
17. Roque Hernández RV, Luna Flores P, Juárez Ibarra CM. Nomofobia y sus desafíos: análisis de su importancia a través de las publicaciones científicas. *Dilemas contemp: educ política valores [Internet]*. 2023 [cited 2024 Sep 14]; Available from: <https://dilemascontemporaneoseduccionpoliticayvalores.com/index.php/dilemas/>

article/view/3734

FINANCIACIÓN

Los autores no recibieron financiación para el desarrollo de la presente investigación.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.

CONTRIBUCIÓN DE AUTORÍA

Conceptualización: Diego Eduardo Guato Canchinia, Edison Vladimir Maldonado Mariño, Myriam Lizeth Morales Pilataxi, Alexander Javier Ramos Velastegui.

Curación de datos: Diego Eduardo Guato Canchinia, Edison Vladimir Maldonado Mariño, Myriam Lizeth Morales Pilataxi, Alexander Javier Ramos Velastegui.

Análisis formal: Diego Eduardo Guato Canchinia, Edison Vladimir Maldonado Mariño, Myriam Lizeth Morales Pilataxi, Alexander Javier Ramos Velastegui.

Adquisición de fondos: Diego Eduardo Guato Canchinia, Edison Vladimir Maldonado Mariño, Myriam Lizeth Morales Pilataxi, Alexander Javier Ramos Velastegui.

Investigación: Diego Eduardo Guato Canchinia, Edison Vladimir Maldonado Mariño, Myriam Lizeth Morales Pilataxi, Alexander Javier Ramos Velastegui.

Metodología: Diego Eduardo Guato Canchinia, Edison Vladimir Maldonado Mariño, Myriam Lizeth Morales Pilataxi, Alexander Javier Ramos Velastegui.

Administración del proyecto: Diego Eduardo Guato Canchinia, Edison Vladimir Maldonado Mariño, Myriam Lizeth Morales Pilataxi, Alexander Javier Ramos Velastegui.

Recursos: Diego Eduardo Guato Canchinia, Edison Vladimir Maldonado Mariño, Myriam Lizeth Morales Pilataxi, Alexander Javier Ramos Velastegui.

Software: Diego Eduardo Guato Canchinia, Edison Vladimir Maldonado Mariño, Myriam Lizeth Morales Pilataxi, Alexander Javier Ramos Velastegui.

Supervisión: Diego Eduardo Guato Canchinia, Edison Vladimir Maldonado Mariño, Myriam Lizeth Morales Pilataxi, Alexander Javier Ramos Velastegui.

Validación: Diego Eduardo Guato Canchinia, Edison Vladimir Maldonado Mariño, Myriam Lizeth Morales Pilataxi, Alexander Javier Ramos Velastegui.

Visualización: Diego Eduardo Guato Canchinia, Edison Vladimir Maldonado Mariño, Myriam Lizeth Morales Pilataxi, Alexander Javier Ramos Velastegui.

Redacción - borrador original: Diego Eduardo Guato Canchinia, Edison Vladimir Maldonado Mariño, Myriam Lizeth Morales Pilataxi, Alexander Javier Ramos Velastegui.

Redacción - revisión y edición: Diego Eduardo Guato Canchinia, Edison Vladimir Maldonado Mariño, Myriam Lizeth Morales Pilataxi, Alexander Javier Ramos Velastegui.