

## DOCUMENTO DE CONSENSO

# Documento de consenso para la determinación e informe del perfil lipídico en laboratorios clínicos españoles

## ¿Qué parámetros debe incluir un perfil lipídico básico?☆

Teresa Arrobas Velilla<sup>a,◇</sup>, Carlos Guijarro<sup>b,\*,◇</sup>, Raquel Campuzano Ruiz<sup>c,◇</sup>, Manuel Rodríguez Piñero<sup>d</sup>, José Francisco Valderrama Marcos<sup>e</sup>, Antonio Pérez Pérez<sup>f</sup>, Manuel Antonio Botana López<sup>g</sup>, Ana Morais López<sup>h</sup>, José Antonio García Donaire<sup>i</sup>, Juan Carlos Obaya<sup>j</sup>, Luis Castilla Guerra<sup>k</sup>, Vicente Pallares Carratalá<sup>l</sup>, Isabel Egocheaga Cabello<sup>m</sup>, Mercedes Salgueira Lazo<sup>n</sup>, María Mar Castellanos Rodrigo<sup>o</sup>, José María Mostaza Prieto<sup>p</sup>, Juan José Gómez Doblaz<sup>q</sup> y Antonio Buño Soto<sup>r</sup>, en representación del Grupo Multidisciplinar de Trabajo de Lípidos y Riesgo Vascular<sup>◇◇</sup>

<sup>a</sup> Sociedad Española de Medicina de Laboratorio (SEQCML), Laboratorio de Bioquímica Clínica, Hospital Universitario Virgen Macarena de Sevilla, Sevilla, España. Investigador Asociado, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Autónoma de Chile, Santiago de Chile, Chile

<sup>b</sup> Sociedad Española de Arteriosclerosis (SEA), Unidad de Medicina Interna, Hospital Universitario Fundación de Alcorcón, Universidad Rey Juan Carlos, Madrid, España

<sup>c</sup> Sociedad Española de Cardiología (SEC), Unidad de Cardiología, Hospital Universitario Fundación de Alcorcón, Asociación de Riesgo vascular y Rehabilitación Cardíaca de la Sociedad Española de Cardiología, Madrid, España

<sup>d</sup> Sociedad Española de Angiología y Cirugía Vascular (SEACV), Unidad Intercentros Cádiz-Jerez de Angiología y Cirugía Vascular, Hospital Universitario Puerta del Mar, Cádiz, España

<sup>e</sup> Sociedad Española de Cirugía Cardiovascular y Endovascular (SECCE), Cirugía Cardiovascular, Hospital Regional Universitario de Málaga, Málaga, España

<sup>f</sup> Sociedad Española de Diabetes (SED), Servicio de Endocrinología y Nutrición, Hospital de la Santa Creu i Sant Pau, Barcelona, España

<sup>g</sup> Sociedad Española de Endocrinología y Nutrición (SEEN), Sección de Endocrinología, Hospital Universitario Lucus Augusti, Lugo, España

<sup>h</sup> Sociedad Española de Gastroenterología, Hepatología y Nutrición Pediátrica (SEGHNP), Unidad de Nutrición Infantil y Enfermedades Metabólicas, Hospital Universitario La Paz, Madrid, España

<sup>i</sup> Sociedad Española de Hipertensión, Liga Española para la Lucha contra la Hipertensión Arterial (SEH-LELHA), Unidad de Hipertensión Arterial, Hospital Clínico Universitario San Carlos, Madrid, España

<sup>j</sup> Sociedad Española de Medicina de Familia y Comunitaria (SEMFyC), Medicina Familiar y Comunitaria, CS La Chopera, Alcobendas, Madrid, España

\* Este artículo se publica conjuntamente, en el marco del correspondiente acuerdo de publicación y derechos de autor, en las siguientes revistas: *Clinica e Investigación en Arteriosclerosis*, *Advances in Laboratory Medicine*, *REC: CardioClinics*, *Angiología*, *Cirugía Cardiovascular*, *Endocrinología*, *Diabetes y Nutrición*, *Hipertensión y Riesgo Vascular*, *Revista Clínica de Medicina de Familia*, *Revista Clínica Española*, *Medicina General y de Familia*, *Nefrología* y *Neurology Perspectives*.

\* Autor para correspondencia.

Correos electrónicos: [carlos.guijarroh@salud.madrid.org](mailto:carlos.guijarroh@salud.madrid.org), [carlos.guijarro@urjc.es](mailto:carlos.guijarro@urjc.es) (C. Guijarro).

◇ Los tres autores están identificados como co-primeros autores por contribución equivalente al manuscrito.

◇◇ Los miembros del Grupo Multidisciplinar de Trabajo de Lípidos y Riesgo Vascular se presentan en el apartado Colaboradores.

<https://doi.org/10.1016/j.nefro.2023.02.002>

0211-6995/© 2023 Los Autores. Publicado por Elsevier España, S.L.U., Arán Ediciones, Sociedad Española de Arteriosclerosis (SEA), Sociedad Española de Medicina de Laboratorio (SEQCML), Sociedad Española de Cardiología (SEC), Sociedad Española de Angiología y Cirugía Vascular (SEACV), Sociedad Española de Cirugía Cardiovascular y Endovascular (SECCE), Sociedad Española de Diabetes (SED), Sociedad Española de Endocrinología y Nutrición (SEEN), Sociedad Española de Hipertensión y Riesgo Vascular (SEHLELHA), Sociedad Española de Medicina de Familia y Comunitaria (SEMFyC), Sociedad Española de Medicina Interna (SEMI), Sociedad Española de Médicos Generales y de Familia (SEMG), Sociedad Española de Nefrología (SEN) y Sociedad Española de Neurología (SEN). Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

<sup>k</sup> Sociedad Española de Medicina Interna (SEMI), Unidad de Hipertensión, Lípidos y Riesgo Vascular, Servicio de Medicina Interna, Hospital Virgen Macarena, PCDV Departamento de Medicina, Universidad de Sevilla, Sevilla, España

<sup>l</sup> Sociedad Española de Médicos de Atención Primaria (SEMERGEN), Unidad de Vigilancia de la Salud, Unión de Mutuas, Departamento de Medicina, Universitat Jaume I, Castellón, Castellón, España

<sup>m</sup> Sociedad Española de Médicos Generales y de Familia (SEMGC), Medicina Familiar y Comunitaria, Centro de Salud Isla de Oza, Servicio Madrileño de Salud, Madrid, España

<sup>n</sup> Sociedad Española de Nefrología (SEN), Unidad de Nefrología, Hospital Universitario Virgen Macarena de Sevilla, Sevilla, España

<sup>o</sup> Sociedad Española de Neurología (SEN), Servicio de Neurología Complejo Hospitalario Universitario A Coruña/Instituto de Investigación Biomédica A Coruña, Coruña, España

<sup>p</sup> Sociedad Española de Arteriosclerosis (SEA), Servicio de Medicina Interna, Hospital La Paz-Carlos III, Madrid, España

<sup>q</sup> Sociedad Española de Cardiología (SEC), Servicio de Cardiología, Hospital Universitario Virgen de la Victoria, Málaga, España

<sup>r</sup> Sociedad Española de Medicina de Laboratorio (SEQCML), Servicio de Análisis Clínicos, Hospital Universitario La Paz, Madrid, España

## INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

### Historia del artículo:

Recibido el 17 de octubre de 2022

Aceptado el 19 de octubre de 2022

On-line el 15 mayo 2023

### Palabras clave:

Consenso

Panel de lípidos

Enfermedades cardiovasculares

Bioquímica

Colesterol

Lípidos

Triglicéridos

Lipoproteína (a)

Apolipoproteína B

### Keywords:

Consensus

Lipid panel

Cardiovascular disease

Biochemistry

Cholesterol

Lipids

Triglycerides

Lipoprotein (a)

Apolipoprotein B

## RESUMEN

Las enfermedades cardiovasculares (ECV) siguen siendo la principal causa de muerte en nuestro país. El control adecuado de las alteraciones del metabolismo lipídico es un reto clave en prevención cardiovascular que está lejos de alcanzarse en la práctica clínica real. Existe una gran heterogeneidad en los informes del metabolismo lipídico de los laboratorios clínicos españoles, lo que puede contribuir al mal control del mismo. Por ello, un grupo de trabajo de las principales sociedades científicas implicadas en la atención de los pacientes de riesgo vascular hemos elaborado este documento con una propuesta básica de consenso sobre la determinación del perfil lipídico básico en prevención cardiovascular, recomendaciones para su realización y unificación de criterios para incorporar los objetivos de control lipídico adecuados al riesgo vascular de los pacientes en los informes de laboratorio.

## Consensus document for lipid profile determination and reporting in Spanish clinical laboratories. What parameters should be included in a basic lipid profile?

### ABSTRACT

Cardiovascular diseases (CVD) continue to be the main cause of death in our country. Adequate control of lipid metabolism disorders is a key challenge in cardiovascular prevention that is far from being achieved in real clinical practice. There is a great heterogeneity in the reports of lipid metabolism from Spanish clinical laboratories, which may contribute to its poor control. For this reason, a working group of the main scientific societies involved in the care of patients at vascular risk, has prepared this document with a consensus proposal on the determination of the basic lipid profile in cardiovascular prevention, recommendations for its realization and unification of criteria to incorporate the lipid control goals appropriate to the vascular risk of the patients in the laboratory reports.

## Introducción

Las enfermedades cardiovasculares (ECV), que incluyen la cardiopatía coronaria y el accidente cerebrovascular, siguen siendo la principal causa de muerte y discapacidad en el mundo<sup>1</sup>. En nuestro país son la primera causa de muerte, por delante de los tumores y de la COVID-19 incluso en el año de su mayor expresión clínica<sup>2</sup>. La arteriosclerosis, como proceso

patológico subyacente a la mayoría de las enfermedades cardiovasculares, es una enfermedad que se desarrolla durante décadas y cuyos principales factores de riesgo están bien caracterizados. Uno de los factores de riesgo cuyo tratamiento ha demostrado ser capaz de reducir la morbimortalidad cardiovascular es la dislipidemia<sup>3-4</sup>. A pesar de disponer de un amplio arsenal terapéutico para el tratamiento de la misma, el grado de control de las alteraciones lipídicas es claramente

**Tabla 1A – Determinación de lípidos para valoración de riesgo cardiovascular<sup>36</sup>****Pacientes sin tratamiento hipolipemiante**

1. Se recomienda la evaluación de riesgo vascular sistemática completa para personas con cualquier factor de riesgo vascular mayor (por ejemplo, antecedentes familiares de ECV prematura, HF, factores de riesgo de ECV como tabaquismo, hipertensión arterial, DM, hiperlipemia, enfermedad renal crónica, obesidad o comorbilidades que aumenten el riesgo de ECV)
2. Considerar la evaluación sistemática u oportunista del RCV en varones > 40 años y mujeres > 50 años o posmenopáusicas de la población general sin factores de RCV conocidos
3. Considerar una reevaluación tras cinco años (o antes si el riesgo se acerca a los umbrales de tratamiento) para todas las personas que hayan pasado un cribado de riesgo de ECV durante un cribado oportunista.
4. No se recomienda la evaluación sistemática del RCV en varones < 40 años y mujeres < 50 años sin factores de RCV conocidos.

**Monitorización de eficacia terapéutica y adherencia al tratamiento hipolipemiante**

1. Antes de iniciar el tratamiento con fármacos hipolipemiantes realizar dos determinaciones separadas 1-2 semanas, excepto tras un evento cardiovascular y en los pacientes con riesgo muy alto con indicación de tratamiento inmediato.
2. Después de iniciar el tratamiento hipolipemiante repetir determinación analítica.
  - a. Tras evento vascular aterosclerótico agudo, a las 4-6 semanas.
  - b. En pacientes estables desde el punto de vista cardiovascular a las  $8 \pm 4$  semanas.
3. Una vez que el paciente ha alcanzado el objetivo de lípidos óptimo. ¿Con qué frecuencia se debe medir los lípidos? Anualmente.

**Tabla 1B – Objetivos lipídicos según riesgo cardiovascular<sup>9</sup>**

- En RCV muy alto se recomienda una reducción de 50% del valor basal y un objetivo de c-LDL < 1,4 mmol/L (< 55 mg/dL).
- En RCV alto, se recomienda una reducción de 50% del valor basal y un objetivo de c-LDL < 1,8 mmol/L (< 70 mg/dL).
- En RCV moderado, se debe considerar un objetivo de c-LDL < 2,6 mmol/L (< 100 mg/dL).
- En RCV bajo, se puede considerar un objetivo de c-LDL < 3,0 mmol/L (< 116 mg/dL).

**Sospechar hipercolesterolemia familiar** en pacientes que tengan enfermedad cardiovascular arteriosclerótica antes de los 55 años (varones) o de los 60 (mujeres), en personas con un familiar que haya tenido ECV prematura, quienes tengan familiares con xantomas tendinosos, pacientes con c-LDL muy aumentado (adultos, > 5 mmol/L [190 mg/dL]; niños, > 4 mmol/L [150 mg/dL]) y familiares de primer grado de pacientes con hipercolesterolemia familiar.

Para los niños se recomienda realizar las pruebas desde los cinco años o antes cuando se sospeche HFHo.

ECV: enfermedades cardiovasculares; DM: diabetes mellitus; HF: hipercolesterolemia familiar; HFHo: hipercolesterolemia familiar homocigota; RCV: riesgo cardiovascular; c-LDL: colesterol ligado a lipoproteínas de baja densidad.

subóptimo, en especial en los pacientes de riesgo cardiovascular (muy) elevado, en los que la reducción de riesgo absoluto es más importante<sup>5-8</sup>.

Recientemente se han actualizado las guías europeas de prevención cardiovascular<sup>9</sup>, que son suscritas por las principales sociedades científicas españolas implicadas en la atención de estos pacientes, incluido el Comité Español Interdisciplinario de Prevención Vascular (CEIPV)<sup>10-13</sup>.

Frente a un amplio consenso sobre los objetivos de tratamiento hipolipemiante ajustado al riesgo vascular, los informes de los laboratorios de bioquímica continúan ofreciendo valores de referencia basados en la distribución de los valores en la población general, eludiendo con frecuencia informar de los valores «deseables» en función del riesgo vascular de los pacientes. Pese al documento SEA-SEC 2018<sup>14,15</sup>, muchos informes describen como «normales», valores lipídicos muy por encima de los valores «deseables» en términos de prevención cardiovascular<sup>16</sup> o como «anormalmente bajos» valores lipídicos deseables desde el punto de vista de prevención cardiovascular. Esta información puede ser malinterpretada conduciendo a la abstención terapéutica en pacientes con valores «normales» y la reducción de la intensidad del tratamiento de pacientes con «valores anormalmente bajos». Por ello, un grupo de trabajo de las principales sociedades científicas implicadas en la atención de los pacientes de riesgo vascular, hemos elaborado este documento con una propuesta básica de consenso sobre la determinación del perfil lipídico básico en prevención cardiovascular, recomendaciones para su realización y unificación de criterios para incorporar los objetivos de control lipídico adecua-

dos al riesgo vascular de los pacientes en los informes de laboratorio<sup>17,18</sup>.

## Consideraciones preanalíticas

### ¿Cómo, cuándo y a quién debemos solicitar un perfil lipídico?

La determinación del perfil lipídico es necesaria para conocer el riesgo de presentar enfermedad cardiovascular de la población aparentemente sana o en condiciones clínicas de especial riesgo, incluidos los pacientes que van a ser sometidos a cirugía cardíaca. También se requiere para la monitorización de la eficacia terapéutica y la adherencia al tratamiento hipolipemiante. Es imprescindible en prevención cardiovascular especialmente en personas de alto riesgo o con familiares de alto riesgo. Asimismo, es parte de la valoración global de otras patologías que cursan con dislipidemias secundarias. El grupo de trabajo considera una referencia adecuada las recomendaciones recientes de la Sociedad Europea de Cardiología<sup>9</sup>, recientemente traducidas<sup>10</sup> y suscritas por el Comité Español de Prevención Vascular<sup>13</sup> (tabla 1).

### Factores que influyen en la determinación del perfil lipídico del paciente

Múltiples factores pueden influir en los parámetros analíticos; preferiblemente, la toma de muestra debe realizarse en un estado «metabólicamente estable»<sup>19</sup>.

**Recomendación 1**

Se desaconseja la determinación de niveles lipídicos en el contexto de un proceso inflamatorio agudo no cardiovascular.

Se recomienda la determinación de niveles lipídicos en las primeras 24 h de un proceso isquémico agudo arterioscleroso.

**Estilo de vida y condiciones fisiopatológicas del paciente**

- Deben mantenerse hábitos estables las dos semanas previas a la extracción.
- No realizar ejercicio físico extremo previo a la extracción.
- Permanecer sentado 15 min previos a la extracción.
- Se recomienda para la estandarización de la flebotomía: Obtención de la sangre venosa con el paciente en posición sentada (puede existir concentración más baja de colesterol total (c-T) y colesterol asociado a lipoproteínas de baja densidad (c-LDL) en posición supina).
- Descartar dislipidemias secundarias y asociadas a tratamiento farmacológico ([Anexo. Material suplementario. Tabla 1A y 1B](#))<sup>20,21</sup>.
- Esperar un mínimo de dos a cuatro semanas tras un proceso inflamatorio agudo, pues puede provocar descenso del colesterol total, del colesterol asociado a lipoproteínas de alta densidad (c-HDL), y un incremento de triglicéridos<sup>22-25</sup>
- Se recomienda una determinación de parámetros lipídicos tras síndrome coronario agudo (u otro proceso isquémico agudo) en las primeras 24 h<sup>26-28</sup>. Si se realiza > 24 h después del proceso agudo, debe tenerse en cuenta en la toma de decisiones que los niveles de colesterol total y LDL pueden estar disminuidos en relación con los habituales del paciente. Se recomienda la determinación de los niveles de lipoproteína (a) [Lp(a)] en los pacientes en los que no se haya determinado previamente. Aunque los niveles de Lp(a) pueden elevarse en el contexto de un proceso agudo, la variación es modesta<sup>29,30</sup>, lo que permite detectar a pacientes con Lp(a) marcadamente elevada en fase precoz.

**¿Es necesario el ayuno para el análisis del perfil lipídico?**

- La mayor parte de las determinaciones lipídicas ofrecen resultados similares independientemente de la situación de ayuno del paciente<sup>31</sup> ([Anexo. Material suplementario. Tabla 2](#)).
- Las principales guías clínicas no exigen ayuno al menos para una evaluación inicial del riesgo o para diagnosticar una hipercolesterolemia aislada como hipercolesterolemia familiar o Lp(a) elevada sin elevación concomitante de triglicéridos. Los lípidos sin ayunas pueden predecir mejor el riesgo de enfermedad cardiovascular aterosclerosa (ECVA) ya que reflejan mejor el estado postprandial del paciente y la influencia del riesgo residual<sup>32</sup>.
- La concentración de triglicéridos en la única magnitud que cambia significativamente tras la ingesta<sup>32</sup>. Dada la inexactitud de la ecuación de Friedewald en pacientes con triglicéridos (TG) > 150 mg/dL es preferible realizar la estimación de c-LDL por la fórmula de Martin/Hopkins<sup>33</sup>

([Anexo. Material suplementario. Tabla 3](#)) o utilizar el colesterol no-HDL en estos pacientes.

- Se recomienda ayuno si TG  $\geq$  4,5 mmol/L ( $\geq$  398 mg/dL), antes de iniciar tratamientos farmacológicos que pueden causar hipertrigliceridemia grave (por ejemplo, isotretinoína), en individuos genéticamente predispuestos, con historia de pancreatitis hipertrigliceridémica y cuando se realicen pruebas de laboratorio adicionales que requieran muestras en ayunas o matutinas (por ejemplo, glucosa en ayunas o marcadores con ritmo circadiano).
- Las mediciones de los perfiles de lípidos en ayunas y no ayunas deben considerarse complementarias y no mutuamente excluyentes.
- Las determinaciones de colesterol y triglicéridos se realizan de modo habitual mediante métodos enzimáticos con una variabilidad de las determinaciones inferior a 10% ([Anexo. Material suplementario. Tabla 2](#))<sup>18</sup>. No obstante, debido a la variabilidad biológica intraindividual y en las condiciones de recolección de la muestra de los parámetros lipídicos ( $\approx$  20% para triglicéridos y  $\approx$  10% para c-HDL y c-LDL) es razonable realizar una segunda determinación de parámetros lipídicos en los pacientes en prevención primaria que no tengan una indicación claramente establecida para iniciar tratamiento hipolipemiente sin demora<sup>18</sup>.

**Recomendación 2**

No se requiere de rutina ayuno para la determinación de un perfil de lípidos en la valoración del riesgo inicial. Si la concentración de triglicéridos es superior a TG  $\geq$  4,5 mmol/L ( $\geq$  398 mg/dL), es recomendable una segunda determinación en ayunas para confirmación.

**Consideraciones analíticas****¿Se debe informar de la metodología analítica?**

La cuantificación de parámetros lipídicos debe realizarse siempre con la misma metodología. En caso de producirse un cambio, éste debe ser notificado. El conocimiento del método analítico empleado para la determinación de parámetros lipídicos es necesario, ya que pueden existir diferentes interferencias o interpretaciones erróneas.

**Recomendación 3**

Informar de la metodología de las técnicas analíticas o modificación de unidades es esencial para una correcta interpretación de los resultados de laboratorio.

**Métodos para determinar el c-LDL**

El método de referencia para la determinación de c-LDL es la separación de lipoproteínas en gradiente de densidad por ultracentrifugación, una técnica tediosa y sólo disponible en laboratorios especializados. Por este motivo, tradicionalmente se realiza una estimación a partir de la medición del colesterol

y triglicéridos totales (por métodos enzimáticos) y la determinación directa del colesterol HDL. La fórmula de Friedewald es la utilizada con más frecuencia<sup>34</sup>.

Fórmula de Friedewald para la estimación del colesterol LDL (en mg/dL)

$$\text{Colesterol LDL} = \text{c-total} - \text{c-HDL} - \frac{\text{Triglicéridos}}{5}$$

La fórmula de Friedewald asume la ausencia de quilomicrones y una proporción fija de colesterol/TG en las lipoproteínas de muy baja densidad (VLDL) (1/5 en mg/dL; 1/2,2 en mmol/L). Debido a que la relación TG:colesterol en las VLDL aumenta progresivamente a medida que la hipertrigliceridemia se acentúa, la ecuación sobrestima el colesterol de las VLDL y por tanto, subestima el c-LDL en pacientes hipertrigliceridémicos. La ecuación presenta una exactitud aceptable cuando la concentración TG es < 200 mg/dL y a partir de TG > 400 mg/dL no debe utilizarse.

La ecuación de Martin-Hopkins reemplaza el número 5 de la estimación de Friedewald (c-VLDL = TG/5) por divisores que varían según los valores de TG y c- no HDL del paciente (**Anexo. Material suplementario. Tabla 3**)<sup>33</sup>. La ecuación de Martin-Hopkins muestra una mejor precisión que la de Friedewald para TG > 150 mg/dL, para niveles de c-LDL < 100 mg/dL, y especialmente para < 70 mg/dL.

La fórmula de Sampson es más compleja y presenta resultados similares a la de Martin-Hopkins para pacientes con TG < 400 mg/dL, por lo que es de uso menos frecuente. En los pacientes con TG > 400 mg/dL no es recomendable el uso de fórmulas para la estimación del c-LDL por su menor fiabilidad.

La ultracentrifugación, método clásico de referencia para la determinación de c-LDL, es un método laborioso que solo se emplea en laboratorios muy especializados. Disponemos de un método directo para su cuantificación, preciso y ampliamente disponible en muchos laboratorios. La implementación de este marcador se recomienda cuando los triglicéridos son superiores a 400 mg/dL o LDL < 70 mg/dL, situación en la cual las fórmulas de estimación del c-LDL son más inexactas<sup>33</sup>.

Si no se dispone de determinación directa de c-LDL se recomienda el uso del colesterol no-HDL como marcador del colesterol «aterogénico»<sup>35</sup> o la determinación de apolipoproteína B (Apo B ver más adelante). El colesterol no-HDL no requiere la determinación de TG, no se ve influido por el ayuno y tiene una alta correlación con los niveles de Apo B.

#### Recomendación 4

La ecuación de Friedewald es precisa en la mayoría de los pacientes con c-LDL > 100 mg/dL y TG < 150 mg/dL. La ecuación modificada de Martin-Hopkins es preferible para el cálculo de c-LDL, sobre todo en pacientes con concentraciones bajas de c-LDL (< 70 mg/dL), concentraciones de TG de 150-400 mg/dL y en muestras sin ayuno. Los ensayos de c-LDL directo deben usarse para la evaluación de c-LDL cuando la concentración de TG es ≥ 400 mg/dL.

En pacientes con elevación importante de Lp(a), la estimación de c-LDL debe corregirse con la fórmula:

$$\text{c-LDL corregido por Lp (a) (mg/dL)} = \text{c-LDL(mg/dL)} - [\text{Lp(a)(mg / dL)} \times 0,30]$$

$$\text{c-LDL corregido por Lp (a) (mmol/L)} = \text{c-LDL(mmol/L)} - [\text{Lp(a)(mg / dL)} \times 0,0078]$$

La posible elevación de Lp(a) debe tenerse en consideración en especial en pacientes subsaharianos, pacientes con síndrome nefrótico, en diálisis peritoneal o con un descenso de c-LDL deficiente tras recibir tratamiento hipolipemiante.

## Consideraciones postanalíticas

### Marcadores de «normalidad» y alertas

El laboratorio clínico es clave para la estimación del riesgo cardiovascular de los pacientes con dislipidemia. Es de vital importancia establecer valores de referencia diferenciados para la población pediátrica.

Es deseable que las determinaciones lipídicas se referencien a los valores deseables en términos de riesgo y prevención cardiovascular<sup>14,16</sup>. En la **tabla 2** se muestran los valores deseables de los principales parámetros lipídicos de las Sociedades Europeas de Cardiología, Arteriosclerosis y Medicina de Laboratorio 2019<sup>17,18,36</sup> para adultos.

Aquellos valores que puedan ser considerados como «críticos» deben incorporar una alerta al médico peticionario, como se muestra en la **tabla 3**.

### Recomendación 5

Los valores de referencia de los parámetros lipídicos en los informes de laboratorio siempre deben referirse al riesgo del paciente y no a valores de normalidad poblacionales. La presencia de asteriscos en valores fuera del intervalo de normalidad poblacional es desaconsejado. Se recomiendan sistemas de alerta para niveles lipídicos extremos sugerentes de dislipidemias graves. Se deben establecer valores específicos para población pediátrica.

### ¿Qué parámetros tiene que incluirse en un perfil lipídico básico?

El perfil lipídico básico debe incluir la determinación de colesterol total, colesterol HDL, triglicéridos, colesterol no-HDL y colesterol LDL<sup>9,36-39</sup> (**fig. 1**).

Los documentos de consenso de la Sociedad Europea de Arteriosclerosis y la Sociedad Europea de Medicina de Laboratorio recomiendan también la estimación de partículas remanentes<sup>9,17</sup>. La Lp(a) elevada confiere un aumento del riesgo vascular, por lo que su determinación es también aconsejable al menos una vez en la vida del paciente dado que los niveles están determinados sustancialmente por la genética<sup>9,17</sup>.

En los pacientes con TG > 400 mg/dL es recomendable la determinación directa del colesterol LDL para obtener cifras más fiables<sup>40</sup>. Si está disponible, la determinación de apolipoproteína B es un marcador de especial interés, puesto que es el mejor marcador del número de lipoproteínas aterogénicas<sup>41</sup>. Si la determinación directa de colesterol LDL o Apo B no están

**Tabla 2 – Valores lipídicos deseables adultos según las Sociedades Europeas de cardiología, arteriosclerosis y medicina de laboratorio<sup>17,18,3,6</sup>**

Parámetro	Valor deseable adultos
Colesterol total	< 200 mg/dL (5,17 mmol/L)
Colesterol-HDL	> 50 mg/dL mujeres (1,29 mmol/L) > 40 mg/dL hombres (1,03 mmol/L)
Colesterol no-HDL	Valores recomendados según el RCV <ul style="list-style-type: none"> <li>• Prevención secundaria y RCV muy alto &lt; 85 mg/dL (&lt; 2,2 mmol/L)</li> <li>• RCV alto &lt; 100 mg/dL (&lt; 2,6 mmol/L)</li> <li>• RCV moderado &lt; 130 mg/dL (&lt; 3,4 mmol/L)</li> </ul>
Colesterol LDL	Valores recomendados según RCV <ul style="list-style-type: none"> <li>• Prevención secundaria y RCV muy alto &lt; 55 mg/dL (&lt; 1,4 mmol/L)</li> <li>• RCV alto &lt; 70 mg/dL (&lt; 1,8 mmol/L)</li> <li>• RCV moderado &lt; 100 mg/dL (&lt; 2,6 mmol/L)</li> <li>• RCV bajo &lt; 116 mg/dL (&lt; 3 mmol/L)</li> </ul>
Triglicéridos	TG < 150 mg/dL en ayunas (<1,69 mmol/L) (TG < 175 mg/dL no en ayunas) (<1,97 mmol/L)
Colesterol de partículas residuales	< 30 mg/dL (0,78 mmol/L) en ayunas < 35 mg/dL (0,91 mmol/L) no en ayunas
Apolipoproteína B	Valores recomendados según RCV <ul style="list-style-type: none"> <li>• Prevención secundaria y RCV muy alto &lt; 65 mg/dL (1,27 μmol/L)</li> <li>• RCV alto &lt; 80 mg/dL (1,56 μmol/L)</li> <li>• RCV moderado &lt; 100 mg/dL (1,95 μmol/L)</li> </ul>
Lp(a)	< 50 mg/dL (< 105 nmol/L)

RCV: riesgo cardiovascular; Lp(a): lipoproteína a; HDL: lipoproteínas de alta densidad; LDL: lipoproteínas de baja densidad. Colesterol de partículas residuales = CT – c-LDL – c-HDL.

**Tabla 3 – Alertas recomendadas para el sistema informático/informe de laboratorio**

Parámetro	Valor crítico	Alerta
Colesterol total	310 mg/dL	Paciente de alto riesgo vascular
Triglicéridos	TG > 880 mg/dL	Hipertrigliceridemia severa con riesgo de pancreatitis aguda
Colesterol LDL adultos	> 190 mg/dL	Considerar hipercolesterolemia familiar heterocigota
Colesterol LDL adultos	> 500 mg/dL	Considerar hipercolesterolemia familiar homocigota
Triada lipídica aterogénica:	Si: TG > 150 mg/dL y c-HDL < 30 mg/dL c-LDL/Apo B < 1,3 o TG/c-HDL > 2	Triada lipídica orientativa de dislipidemia aterogénica de muy alto riesgo vascular
Lp(a)	> 120 mg/dL	Riesgo muy elevado de enfermedad cardiovascular aterosclerosa y estenosis de la válvula aórtica
Apolipoproteína A 1	< 10 mg/dL	Valorar hipoalfalipoproteinemia
Apolipoproteína B	< 10 mg/dL	Valorar hipobetalipoproteinemia

Apo: apolipoproteína; HDL: lipoproteínas de alta densidad; LDL: lipoproteínas de baja densidad; Lp(a): lipoproteína a; TG: triglicéridos.

disponibles, puede usarse como aproximación el colesterol no HDL.

### Recomendación 6

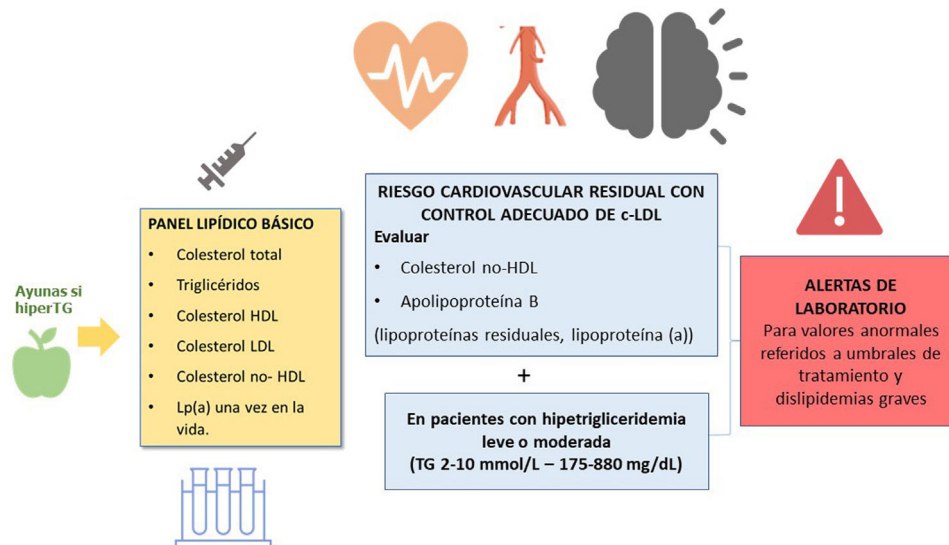
El perfil lipídico básico ha de consistir en la determinación de colesterol total, colesterol HDL, triglicéridos, colesterol no HDL y estimación del colesterol LDL.

La lipoproteína (a) debería evaluarse al menos una vez en la vida.

En los pacientes con hipertrigliceridemia leve o moderada es recomendable la determinación de colesterol no HDL y Apo B para la valoración del riesgo cardiovascular residual.

### ¿Cuál es la utilidad de determinar colesterol no HDL?

La estimación del colesterol no HDL es un cálculo sencillo (colesterol total – c-HDL), representa el colesterol de las lipoproteínas aterogénicas y tiene una elevada correlación con los niveles de Apo B. Es el parámetro lipídico de referencia para la estimación del riesgo vascular con las ecuaciones SCORE2 y SCOREOP<sup>9,42,43</sup>. Una ventaja adicional es que no está afectado por el ayuno, puede determinarse en pacientes con concentración de TG > 400 mg/dL o servir de orientación en laboratorios que no dispongan de determinación de c-LDL directo o Apo B<sup>44</sup>.



**Figura 1 – Recomendaciones básicas para el informe de perfil lipídico en laboratorios clínicos españoles.**

### ¿Cuándo usar apolipoproteína B?

La Apo B es un excelente predictor de eventos cardiovasculares, ya que esta apoproteína está presente en las principales lipoproteínas aterogénicas: LDL, Lp(a), VLDL e IDL<sup>41,45</sup>. La medición de Apo B es equivalente a cuantificar el número de lipoproteínas aterogénicas, ya que cada una de ellas contiene una única molécula de Apo B. Los valores de Apo B no varían por la situación de ayuno. El número de lipopartículas puede también medirse mediante RNM, pero esta técnica no está disponible en práctica clínica asistencial<sup>46</sup>.

La Apo B tiene un valor especial en personas con triglicéridos elevados, diabetes mellitus, obesidad, síndrome metabólico o c-LDL muy bajo, en los que la medición o estimación de colesterol LDL puede ser inexacta, además de no recoger el componente aterogénico de otras lipoproteínas.

#### Recomendación 7

Se recomienda la determinación de Apo B para la evaluación de riesgo vascular, tipificación de dislipidemias, caracterización del tamaño de partículas, y puede preferirse a colesterol no HDL, en personas con hipertrigliceridemia leve a moderada (175-880 mg/dL), diabetes, obesidad, síndrome metabólico, o c-LDL muy bajo (< 70 mg/dL).

La determinación de Apo B no suele formar parte del perfil lipídico estándar y de los modelos de estimación del riesgo de ECVA. Los trastornos monogénicos como la hipercolesterolemia familiar (HF) se pueden reconocer fácilmente a partir del panel de lípidos estándar sin necesidad de medir la Apo B (Anexo. Material suplementario. Tabla 4)<sup>47</sup>. Por otro lado, la concentración de Apo B puede ayudar en la tipificación de dislipidemias más severas como la hiperlipidemia familiar combinada y la disbetalipoproteinemia familiar<sup>48</sup> (Anexo. Material suplementario. Figura).

### ¿Cuándo determinar lipoproteína (a)?

Se recomienda determinar Lp(a) una vez en la vida para estimación de riesgo vascular<sup>9,49-52</sup>. Esta determinación es especialmente relevante en pacientes con ECV prematura, hipercolesterolemia familiar, pobre respuesta al tratamiento con estatinas, estenosis aórtica o eventos isquémicos recurrentes y obviamente en los familiares de pacientes con Lp(a) elevada. Los pacientes con Lp(a) muy elevada (> 180 mg/dL, 430 nmol/L) tienen un riesgo cardiovascular equivalente a la de los pacientes con hipercolesterolemia familiar heterocigota<sup>53,54</sup>. Uno de los problemas de la medición de Lp(a) es la variabilidad de resultados con distintas técnicas de detección y la ausencia de una equivalencia directa entre los niveles reportados en mg/dL y nmol/L, según las distintas isoformas de apoproteína (a).

La determinación de Lp(a), debido a su marcada influencia genética y falta de tratamientos farmacológicos específicos, debe determinarse únicamente una vez en la vida. Las excepciones a esta regla son la transición a la menopausia, el embarazo, el uso de anticonceptivos orales, la enfermedad renal crónica o síndrome nefrótico, cuando se administre un tratamiento específico para reducir la Lp(a) o para modular las opciones terapéuticas aconsejables, como el uso de inhibidores de la proproteína convertasa subtilisina kexina 9 (PCSK-9)<sup>55</sup>.

#### Recomendación 8

Determinación de lipoproteína a [Lp(a)] una vez en la vida, salvo por el desarrollo de circunstancias que puedan implicar cambios importantes como síndrome nefrótico o tratamiento para reducción Lp(a). Las unidades de medida más apropiadas son los nmol/L (Anexo. Material suplementario. Comentario).

**Tabla 4 – Datos de referencia necesarios para evaluación riesgo cardiovascular en e-consulta**

1. Edad, sexo, IMC y perímetro abdominal.
2. Breve resumen de antecedentes familiares y personales.
3. Todos los factores de riesgo cardiovascular; hábito tabáquico y consumo de alcohol cuantificados.
4. Breve resumen de historia lipídica y tratamientos hipolipemiantes previos.
5. Tratamiento completo del paciente.
6. Posibles efectos secundarios del tratamiento con fármacos hipolipemiantes.
7. Perfil lipídico básico actual colesterol total, c-LDL, c-HDL, colesterol no-HDL, TG.
8. Problema actual.
9. Existencia de estudios genéticos personales o familiares previos.
10. En caso de sospecha de hipercolesterolemia familiar; puntuación de las redes de clínicas de lípidos holandesas (DLCN)/OMS<sup>47</sup>.
11. En caso de sospecha de hipertrigliceridemia: puntuación de Moulin para diagnóstico de quilomicronemia familiar<sup>57</sup>.

IMC: índice de masa corporal; c-LDL: colesterol ligado a lipoproteínas de baja densidad; c-HDL: colesterol ligado a lipoproteínas de alta densidad; TG: triglicéridos; OMS: Organización Mundial de la Salud (Anexo. Material suplementario. Tabla 5).

### ¿Debemos valorar la inflamación en el paciente con arteriosclerosis?

Los procesos inflamatorios crónicos se asocian con un aumento del riesgo cardiovascular independiente del riesgo atribuible por los factores convencionales<sup>56</sup>. La proteína C reactiva de alta sensibilidad es el parámetro analítico que más se ha empleado como marcador de inflamación de baja intensidad. Presenta alta variabilidad y no existe un consenso definido de los valores que deben considerarse como 'elevados' para la estimación del riesgo vascular<sup>36</sup>.

### Innovación en el diagnóstico de dislipidemias: Parámetros necesarios para resolución de una e-consulta

Con el fin de poder realizar una adecuada resolución de la consulta de manera ágil y eficaz, los parámetros mínimos recomendados a incluir en e-consultas para el diagnóstico de dislipidemias se recogen en la [tabla 4](#).

### Financiación

No existe financiación para la realización del presente trabajo.

### Conflicto de intereses

No existen conflicto de intereses en la elaboración del presente trabajo.

### Colaboradores

#### Comisión de Lípidos de SEQMCL

Nuria Amigó Grau. Biosfer Teslab, IISPV, CIBERDEM, Universidad Rovira i Virgili, Tarragona, España.

Pilar Calmarza Calmarza. Departamento de Bioquímica, Hospital Universitario Miguel Servet, Zaragoza, España.

Silvia Camòs Anguila. Servicio de Bioquímica Clínica, Hospital Universitari de Girona Dr. Josep Trueta, Girona, España.

Beatriz Candás Estebanez. Laboratorio Clínico, Hospital de Barcelona, Barcelona, España.

Maria José Castro Castro. Laboratorio Clínico, Hospital Universitario de Bellvitge, Barcelona, España.

Carla Fernández Prendes. Laboratorio de Bioquímica, Hospital Universitario Germans Trias i Pujol, Barcelona, España.

Irene González Martínez. Servicio de Análisis Clínicos, Hospital 12 de Octubre, Madrid, España

María Martín Palencia. Servicio de Análisis Clínicos, Hospital Universitario de Burgos, Burgos, España.

Carlos Romero Roman. Laboratorio de Bioquímica Clínica, Hospital de Albacete, Albacete, España.

José Puzo Foncillas. Laboratorio de Bioquímica Clínica, Hospital General San Jorge, Huesca, España.

#### Sociedad Española de Cardiología

Almudena Castro Conde. Unidad de Rehabilitación Cardiaca, Servicio de Cardiología, Hospital Universitario La Paz, Madrid, España.

Rosa Fernández Olmo. Servicio Cardiología, Hospital Universitario de Jaén, Jaén, España.

### Anexo. Material suplementario

Se puede consultar material adicional a este artículo en su versión electrónica disponible en <https://doi.org/10.1016/j.nefro.2023.02.002>.

### BIBLIOGRAFÍA

1. GBD 2017 Causes of Death Collaborators. Global, regional, national age-sex-specific mortality for 282 causes of death in 195 countries, territories, 1980-2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017. *Lancet*. 2018;392(10159):1736-88, [http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(18\)32203-7](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(18)32203-7).
2. INE. Defunciones por causas (lista reducida) por sexo y grupos de edad (7947). INE [consultado 16 Feb 2022]. Disponible en: <https://www.ine.es/jaxiT3/Datos.htm?t=7947#!tabs-tabla>
3. Borén J, Chapman MJ, Krauss RM, Packard CJ, Bentzon JF, Binder CJ, et al. Low-density lipoproteins cause atherosclerotic cardiovascular disease: pathophysiological, genetic, and therapeutic insights: a consensus statement from the European Atherosclerosis Society Consensus Panel. *Eur Heart J*. 2020;41:2313-30, <http://dx.doi.org/10.1093/eurheartj/ehz962>.
4. Royo Bordonada MÁ, Lobos Bejarano JM, Millán Núñez-Cortés J, Villar Álvarez F, Brotons Cuixart C, Camafort Babkowski M, et al. Dislipidemias: un reto pendiente en prevención cardiovascular. Documento de



- consenso CEIPC/SEA. *Med Clin (Barc)*. 2011;137:30.e1-13, <http://dx.doi.org/10.1016/j.medcli.2011.02.008>.
5. De Backer G, Jankowski P, Kotseva K, Mirrakhimov E, Reiner Ž, Rydén L, et al. Management of dyslipidaemia in patients with coronary heart disease: Results from the ESC-EORP EUROASPIRE V survey in 27 countries. *Atherosclerosis*. 2019;285:135-46, <http://dx.doi.org/10.1016/j.atherosclerosis.2019.03.014>.
  6. Ray KK, Molemans B, Schoonen WM, Giovvas P, Bray S, Kiru G, et al. EU-Wide Cross-Sectional Observational Study of Lipid-Modifying Therapy Use in Secondary and Primary Care: the DA VINCI study. *Eur J Prev Cardiol*. 2021;28:1279-89, <http://dx.doi.org/10.1093/eurjpc/zwaa047>.
  7. González-Juanatey JR, Millán J, Alegría E, Guijarro C, Lozano JV, Vitale GC. Prevalence and Characteristics of Lipid Abnormalities in Patients Treated With Statins in Primary and Secondary Prevention in Spain, DYSIS-Spain Study. *Rev Esp Cardiol (Engl Ed)*. 2011;64:286-94, <http://dx.doi.org/10.1016/j.recesp.2010.10.030>.
  8. Robinson JG, Huijgen R, Ray K, Persons J, Kastelein JJP, Pencina MJ. Determining When to Add Nonstatin Therapy: A Quantitative Approach. *J Am Coll Cardiol*. 2016;68:2412-21, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jacc.2016.09.928>.
  9. Visseren FLJ, Mach F, Smulders YM, Carballo D, Koskinas KC, Böck M, et al. 2021 ESC Guidelines on cardiovascular disease prevention in clinical practice: Developed by the Task Force for cardiovascular disease prevention in clinical practice with representatives of the European Society of Cardiology and 12 medical societies With the special contribution of the European Association of Preventive Cardiology (EAPC). *Eur Heart J*. 2021;42:3227-337, <http://dx.doi.org/10.1093/eurheartj/ehab484>.
  10. Visseren LJ, Mach FF, Smulders M, Carballo YD, Koskinas C, Böck KM, et al. Guía ESC 2021 sobre la prevención de la enfermedad cardiovascular en la práctica clínica: Con la contribución especial de la European Association of Preventive Cardiology (EAPC). *Rev Esp Cardiol*. 2022;75:429.e1-104, <http://dx.doi.org/10.1016/j.recesp.2021.10.016>.
  11. Palacio-Portilla EJ, Roquer J, Amaro S, Arenillas JF, Ayo-Martín O, Castellanos M, et al. Dislipidemias y prevención del ictus: recomendaciones del Grupo de Estudio de Enfermedades Cerebrovasculares de la Sociedad Española de Neurología. *Neurología*. 2022;37:61-72, <http://dx.doi.org/10.1016/j.nrl.2020.07.027>.
  12. Mostaza JM, Pintó X, Armario P, Masana L, Real JT, Valdivielso P, et al. Estándares SEA 2022 para el control global del riesgo cardiovascular. *Clin Investig Arterioscler*. 2022;34:130-79, <http://dx.doi.org/10.1016/j.arteri.2021.11.003>.
  13. Armario P, Brotons C, Elosua R, Alonso de Leciana M, Castro A, Clarà A, et al. Statement of the Spanish Interdisciplinary Vascular Prevention Committee on the updated European Cardiovascular Prevention Guidelines. *Clin Investig Arterioscler*. 2021;33:85-107, <http://dx.doi.org/10.1016/j.arteri.2020.11.004>.
  14. Pedro-Botet J, Rodríguez-Padial L, Brotons C, Esteban-Salán M, García-Lerín A, Pintó X, et al. Homogeneización de los valores del perfil lipídico. *Clin Investig Arterioscler*. 2018;30:36-48, <http://dx.doi.org/10.1016/j.arteri.2017.12.001>.
  15. Pedro-Botet J, Rodríguez-Padial L, Brotons C, Esteban-Salán M, García-Lerín A, Pintó X, et al. El informe analítico ideal del perfil lipídico. Necesidad de un consenso. *Rev Esp Cardiol*. 2018;71:512-4, <http://dx.doi.org/10.1016/j.recesp.2018.01.004>.
  16. Wright IS. Correct Levels of Serum Cholesterol: Average vs Normal vs Optimal. *JAMA*. 1976;236:261-2, <http://dx.doi.org/10.1001/jama.1976.03270030015018>.
  17. Nordestgaard BG, Langlois MR, Langsted A, Chapman MJ, Aakre KM, Baum H, et al. Quantifying atherogenic lipoproteins for lipid-lowering strategies: Consensus-based recommendations from EAS and EFLM. *Atherosclerosis*. 2020;294:46-61, <http://dx.doi.org/10.1016/j.atherosclerosis.2019.12.005>.
  18. Wilson PWF, Jacobson TA, Martin SS, Jackson EJ, Le NA, Davidson MH, et al. Lipid measurements in the management of cardiovascular diseases: Practical recommendations a scientific statement from the national lipid association writing group. *J Clin Lipidol*. 2021;15:629-48, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jacl.2021.09.046>.
  19. Cooper GR, Myers GL, Smith SJ, Schlant RC. Blood Lipid Measurements: Variations and Practical Utility. *JAMA*. 1992;267:1652-60, <http://dx.doi.org/10.1001/jama.1992.03480120090039>.
  20. Bays HE, Jones PH, Orringer CE, Brown WV, Jacobson TA. National Lipid Association Annual Summary of Clinical Lipidology 2016. *J Clin Lipidol*. 2016;10:S1-43, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jacl.2015.08.002>.
  21. Herink M, Ito MK. Medication Induced Changes in Lipid and Lipoproteins. En: Feingold KR, Anawalt B, Boyce A, Chrousos G, de Herder WW, Dhatariya K, editores. *Endotext [internet]*. South Dartmouth (MA): MDText.com, Inc.; 2000.
  22. Khovidhunkit W, Kim MS, Memon RA, Shigenaga JK, Moser AH, Feingold KR, et al. Effects of infection and inflammation on lipid and lipoprotein metabolism: mechanisms and consequences to the host. *J Lipid Res*. 2004;45:1169-96, <http://dx.doi.org/10.1194/jlr.R300019-JLR200>.
  23. Feingold KR, Grunfeld C. The Effect of Inflammation and Infection on Lipids and Lipoproteins. En: Feingold KR, Anawalt B, Boyce A, Chrousos G, de Herder WW, Dhatariya K, et al., editores. *Endotext [internet]*. South Dartmouth (MA): MDText.com, Inc.; 2000.
  24. van Leeuwen HJ, Heezius ECJM, Dallinga GM, van Strijp JAG, Verhoef J, van Kessel KPM. Lipoprotein metabolism in patients with severe sepsis. *Crit Care Med*. 2003;31:1359-66, <http://dx.doi.org/10.1097/01.CCM.0000059724.08290.51>.
  25. Páez-Guillán E-M, Campos-Franco J, Alende R, Garitaonandia Y, González-Quintela A. Transient hypertriglyceridemia: a common finding during Epstein-Barr virus-induced infectious mononucleosis. *Lipids Health Dis*. 2021;20:177, <http://dx.doi.org/10.1186/s12944-021-01603-9>.
  26. Shrivastava AK, Singh HV, Raizada A, Singh SK. Serial measurement of lipid profile and inflammatory markers in patients with acute myocardial infarction. *EXCLI J*. 2015;14:517-26, <http://dx.doi.org/10.17179/excli2014-671>.
  27. Wattanasuwan N, Khan IA, Gowda RM, Vasavada BC, Sacchi TJ. Effect of Acute Myocardial Infarction on Cholesterol Ratios. *Chest*. 2001;120:1196-9, <http://dx.doi.org/10.1378/chest.120.4.1196>.
  28. Rosenson RS. Myocardial injury: the acute phase response and lipoprotein metabolism. *J Am Coll Cardiol*. 1993;22:933-40, [http://dx.doi.org/10.1016/0735-1097\(93\)90213-k](http://dx.doi.org/10.1016/0735-1097(93)90213-k).
  29. Enkhmaa B, Anuurad E, Berglund L. Lipoprotein (a): impact by ethnicity and environmental and medical conditions. *J Lipid Res*. 2016;57:1111-25, <http://dx.doi.org/10.1194/jlr.R051904>.
  30. Langsted A, Kamstrup PR, Nordestgaard BG. Lipoprotein(a): Fasting and nonfasting levels, inflammation, and cardiovascular risk. *Atherosclerosis*. 2014;234:95-101, <http://dx.doi.org/10.1016/j.atherosclerosis.2014.01.049>.
  31. Nordestgaard BG, Langsted A, Mora S, Kolovou G, Baum H, Bruckert E, et al. Fasting is not routinely required for determination of a lipid profile: clinical and laboratory implications including flagging at desirable concentration cut-points—a joint consensus statement from the European Atherosclerosis Society and European Federation of Clinical Chemistry and Laboratory Medicine. *Eur Heart J*. 2016;37:1944-58, <http://dx.doi.org/10.1093/eurheartj/ehw152>.
  32. Mora S, Rifai N, Buring JE, Ridker PM. Fasting compared with nonfasting lipids and apolipoproteins for predicting

- incident cardiovascular events. *Circulation*. 2008;118:993-1001, <http://dx.doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.108.777334>.
33. Martin SS, Blaha MJ, Elshazly MB, Toth PP, Kwiterovich PO, Blumenthal RS, et al. Comparison of a Novel Method vs the Friedewald Equation for Estimating Low-Density Lipoprotein Cholesterol Levels From the Standard Lipid Profile. *JAMA*. 2013;310:2061-8, <http://dx.doi.org/10.1001/jama.2013.280532>.
  34. Martin SS, Blaha MJ, Elshazly MB, Brinton EA, Toth PP, McEvoy JW, et al. Friedewald-Estimated Versus Directly Measured Low-Density Lipoprotein Cholesterol and Treatment Implications. *J Am Coll Cardiol*. 2013;62:732-9, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jacc.2013.01.079>.
  35. Sniderman AD, Williams K, Contois JH, Monroe HM, McQueen MJ, De Graaf J, et al. A meta-analysis of low-density lipoprotein cholesterol, non-high-density lipoprotein cholesterol, and apolipoprotein b as markers of cardiovascular risk. *Circ Cardiovasc Qual Outcomes*. 2011;4:337-45, <http://dx.doi.org/10.1161/CIRCOUTCOMES.110.959247>.
  36. Mach F, Baigent C, Catapano AL, Koskinas KC, Casula M, Badimon L, et al. 2019 ESC/EAS Guidelines for the management of dyslipidaemias: lipid modification to reduce cardiovascular risk. *Eur Heart J*. 2020;41:111-88, <http://dx.doi.org/10.1093/eurheartj/ehz455>.
  37. Arnett DK, Blumenthal RS, Albert MA, Buroker AB, Goldberg ZD, Hahn EJ, et al. 2019 ACC/AHA Guideline on the Primary Prevention of Cardiovascular Disease: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Clinical Practice Guidelines. *Circulation*. 2019;140:e596-600.
  38. Grundy SM, Stone NJ, Bailey AL, Beam C, Birtcher KK, Blumenthal RS, et al. 2018 AHA/ACC/AACVPR/AAPA/ABC/ACPM/ADA/AGS/APhA/ASPC/NLA/PCNA Guideline on the Management of Blood Cholesterol: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Clinical Practice Guidelines. *Circulation*. 2019;139:e1082-143, <http://dx.doi.org/10.1161/CIR.0000000000000625>.
  39. Pearson GJ, Thanassoulis G, Anderson TJ, Barry AR, Couture P, Dayan N, et al. 2021 Canadian Cardiovascular Society Guidelines for the Management of Dyslipidemia for the Prevention of Cardiovascular Disease in Adults. *Can J Cardiol*. 2021;37:1129-2117503, <http://dx.doi.org/10.1016/j.cjca.2021.03.016>.
  40. Langlois MR, Nordestgaard BG, Langsted A, Chapman MJ, Aakre KM, Baum H, et al. Quantifying atherogenic lipoproteins for lipid-lowering strategies: consensus-based recommendations from EAS and EFLM. *Clin Chem Lab Med*. 2020;58:496-517, <http://dx.doi.org/10.1515/ccim-2019-1253>.
  41. Marston NA, Giugliano RP, Melloni GEM, Park JG, Morrill V, Blazing MA, et al. Association of Apolipoprotein B-Containing Lipoproteins and Risk of Myocardial Infarction in Individuals With and Without Atherosclerosis: Distinguishing Between Particle Concentration, Type, and Content. *JAMA Cardiol*. 2022;7:250-6, <http://dx.doi.org/10.1001/jamacardio.2021.5083>.
  42. SCORE2 working group and ESC Cardiovascular risk collaboration. CORE2 risk prediction algorithms: new models to estimate 10-year risk of cardiovascular disease in Europe. *Eur Heart J*. 2021;42:2439-54, <http://dx.doi.org/10.1093/eurheartj/ehab309>.
  43. SCORE2-OP working group and ESC Cardiovascular risk collaboration. SCORE2-OP risk prediction algorithms: estimating incident cardiovascular event risk in older persons in four geographical risk regions. *Eur Heart J*. 2021;42:2455-67, <http://dx.doi.org/10.1093/eurheartj/ehab312>.
  44. Emerging Risk Factors Collaboration Di Angelantonio E, Sarwar N, Perry P, Kaptoge S, Ray KK, et al. Major lipids, apolipoproteins, and risk of vascular disease. *JAMA*. 2009;302:1993-2000, <http://dx.doi.org/10.1001/jama.2009.1619>.
  45. Richardson TG, Sanderson E, Palmer TM, Ala-Korpela M, Ference BA, Davey Smith G, et al. Evaluating the relationship between circulating lipoprotein lipids and apolipoproteins with risk of coronary heart disease: A multivariable Mendelian randomisation analysis. *PLoS Med*. 2020;17:e1003062, <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pmed.1003062>.
  46. Pintó X, Masana L, Civeira F, Real J, Ibarretxe D, Candas B, et al. Consensus document of an expert group from the Spanish Society of Arteriosclerosis (SEA) on the clinical use of nuclear magnetic resonance to assess lipoprotein metabolism (Liposcale®). *Clin Investig Arterioscler*. 2020;32:219-29, <http://dx.doi.org/10.1016/j.arteri.2020.04.004>.
  47. WHO. Human Genetics Programme Familial hypercholesterolaemia (FH): report of a second WHO consultation, Geneva, 4 September 1998. World Health Organization; 1999.
  48. Paquette M, Bernard S, Blank D, Paré G, Baass A. A simplified diagnosis algorithm for dysbetalipoproteinemia. *J Clin Lipidol*. 2020;14:431-7, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jacl.2020.06.004>.
  49. Wilson DP, Jacobson TA, Jones PH, Koschinsky ML, McNeal CJ, Nordestgaard BG, et al. Use of Lipoprotein(a) in clinical practice: A biomarker whose time has come. A scientific statement from the National Lipid Association. *J Clin Lipidol*. 2019;13:374-92, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jacl.2019.04.010>.
  50. Reyes-Soffer G, Ginsberg HN, Berglund L, Duell PB, Heffron SP, Kamstrup PR, et al. Lipoprotein(a): A Genetically Determined Causal, and Prevalent Risk Factor for Atherosclerotic Cardiovascular Disease: A Scientific Statement From the American Heart Association. *Arterioscler Thromb Vasc Biol*. 2021;42:e48-60, <http://dx.doi.org/10.1161/ATV.000000000000147>.
  51. Cegla J, Neely RDG, France M, Ferns G, Byrne CD, Halcox J, et al. HEART UK consensus statement on Lipoprotein(a): A call to action. *Atherosclerosis*. 2019;291:62-70, <http://dx.doi.org/10.1016/j.atherosclerosis.2019.10.011>.
  52. Kronenberg F, Mora S, Stroes ESG, Ference BA, Arsenault BJ, Berglund L, et al. Lipoprotein(a) in atherosclerotic cardiovascular disease and aortic stenosis: a European Atherosclerosis Society consensus statement. *Eur Heart J*. 2022;43:3925-613946, <http://dx.doi.org/10.1093/eurheartj/ehac361>.
  53. Burgess S, Ference BA, Staley JR, Freitag DF, Mason AM, Nielsen SF, et al. Association of LPA Variants With Risk of Coronary Disease and the Implications for Lipoprotein(a)-Lowering Therapies: A Mendelian Randomization Analysis. *JAMA Cardiol*. 2018;3:619-27, <http://dx.doi.org/10.1001/jamacardio.2018.1470>.
  54. Langsted A, Kamstrup PR, Benn M, Tybjaerg-Hansen A, Nordestgaard BG. High lipoprotein(a) as a possible cause of clinical familial hypercholesterolaemia: a prospective cohort study. *Lancet Diabetes Endocrinol*. 2016;4:577-87, [http://dx.doi.org/10.1016/S2213-8587\(16\)30042-0](http://dx.doi.org/10.1016/S2213-8587(16)30042-0).
  55. Ascaso JF, Civeira F, Guisjarro C, López Miranda J, Masana L, Mostaza JM, et al. Indicaciones de los inhibidores de proteína convertasa subtilisina kexina 9 (PCSK9) en la práctica clínica. *Clin Investig Arterioscler*. 2019;31:128-39, <http://dx.doi.org/10.1016/j.arteri.2019.04.002>.
  56. Conrad N, Verbeke G, Molenberghs G, Goetschalckx L, Callender T, Cambridge G, et al. Autoimmune diseases and cardiovascular risk: a population-based study on 19 autoimmune diseases and 12 cardiovascular diseases in 22 million individuals in the UK. *The Lancet*. 2022;400(10354):733-43, [http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(22\)01349-6](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(22)01349-6).
  57. Moulin P, Dufour R, Averna M, Arca M, Cefalù AB, Noto D, et al. Identification and diagnosis of patients with familial chylomicronaemia syndrome (FCS): Expert panel recommendations and proposal of an «FCS score». *Atherosclerosis*. 2018;275:265-72, <http://dx.doi.org/10.1016/j.atherosclerosis.2018.06.814>.