

TRABAJO FIN DE GRADO

Grado en Enfermería – Sede Leioa

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

EFFECTO DE LA ACTIVIDAD FÍSICA EN LOS NIVELES PLASMÁTICOS DE HOMOCISTEÍNA Y SU ASOCIACIÓN CON LA DIETA.

LEIRE PAVESIO ARGÜESO

02/05/2018



RESUMEN

Introducción: La homocisteína es un aminoácido que se origina en el metabolismo de la metionina asociado a un mayor riesgo de enfermedad coronaria, vascular, cerebral y periférica. Desde el ámbito de la prevención existe evidencia de que la actividad física puede alterar el metabolismo de la homocisteína. Se ha decidido investigar la relación existente entre la actividad física y la homocisteína.

Objetivo: Evaluar el efecto de la actividad física, aeróbica y anaeróbica, en la concentración plasmática de homocisteína en adultos sedentarios y físicamente activos, teniendo en cuenta la asociación con determinados factores.

Metodología: Se ha realizado una búsqueda bibliográfica en distintas bases de datos, utilizando descriptores, filtros y operadores Booleanos. Mediante criterios de inclusión y exclusión se han obtenido artículos relevantes.

Resultados: La actividad física altera los niveles plasmáticos de homocisteína en adultos sedentarios y físicamente activos. Se ha demostrado la influencia de factores dietéticos como el folato y la vitamina B₁₂. Los hombres presentan una mayor concentración de homocisteína que las mujeres.

Conclusión: La concentración plasmática de homocisteína, en los hombres, aumenta tras la actividad física aeróbica. En el caso de las mujeres no se generan cambios. Existe una correlación inversa entre la homocisteína y el ácido fólico en lo que concierne a la actividad física aeróbica. En lo relativo a la vitamina B₁₂ la evidencia es escasa. Los hombres presentan mayor concentración de homocisteína que las mujeres después de una actividad física aeróbica.

Palabras claves: Homocisteína, Ejercicio físico, Actividad física, Ejercicio aeróbico, Ejercicio anaeróbico, Nivel de homocisteína, Hiperhomocistinemia.

ABSTRACT

Introduction: Homocysteine is an amino acid that originates in the metabolism of methionine associated with an increased risk of coronary, vascular, cerebral and peripheral disease. From the field of prevention there is evidence that physical activity can alter the metabolism of homocysteine. It has been decided to investigate the relationship between physical activity and homocysteine.

Objective: To evaluate the effect of physical activity, aerobic and anaerobic, on plasma concentration of homocysteine in sedentary and physically active adults, taking into account the association with certain factors.

Methodology: A bibliographic search was carried out in different databases, using descriptors, filters and Boolean operators. Through inclusion and exclusion criteria, relevant articles have been obtained.

Results: Physical activity alters plasma levels of homocysteine in sedentary and physically active adults. The influence of dietary factors such as folate and vitamin B12 has been demonstrated. Men have a higher homocysteine concentration than women.

Conclusion: The homocysteine plasma concentration in men increases after aerobic physical activity. In the case of women, no changes are generated. There is an inverse correlation between homocysteine and folic acid with regard to aerobic physical activity. Regarding vitamin B₁₂, the evidence is scant. Men present higher concentration of homocysteine than women after aerobic physical activity.

Key words: Homocysteine, Physical exercise, Physical activity, Aerobic exercise, Anaerobic exercise, Homocysteine level, Hyperhomocysteinemia.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	Pág. 1
2. OBJETIVOS	Pág. 5
3. METODOLOGÍA	Pág. 6
4. RESULTADOS	Pág. 9
5. DISCUSIÓN	Pág. 17
6. CONCLUSIÓN.....	Pág. 21
7. BIBLIOGRAFÍA.....	Pág. 22
8. ANEXOS.....	Pág. 25

1. INTRODUCCIÓN

Las enfermedades cardiovasculares (ECV) son un grupo de desórdenes del corazón y de los vasos sanguíneos.¹ Aunque la ECV es una sola enfermedad, tiene diversas expresiones clínicas que incluyen la enfermedad cerebro vascular, la cardiopatía coronaria y las arteriopatías periféricas entre otras. La ECV es la principal causa de muerte en todo el mundo² de hecho se calcula que en 2012 fallecieron por esta causa 17,5 millones de personas, lo cual representa un 31 por ciento de todas las muertes registradas a nivel mundial.³ Más de $\frac{3}{4}$ partes de las defunciones por ECV se producen en los países de ingresos bajos y medianos debidas a un menor acceso a servicios de asistencia sanitaria eficientes y equitativos.^{1,4}

Nuestro país, no es una excepción: en España las enfermedades cardiovasculares también son la primera causa de muerte. A lo largo de 2015, unas 228.000 personas sufrieron algún episodio cardiovascular.^{4,5} A pesar de ser la primera causa de mortalidad para ambos sexos, en los últimos años según los datos publicados por el Instituto Nacional de Estadística (INE) de 2015 fallecieron más mujeres que hombres por alguna enfermedad relacionada con el sistema cardiovascular.⁶

Se define un factor de riesgo cardiovascular como una característica biológica o una conducta que tiene relación con el aumento de la frecuencia de la enfermedad y constituye un factor predictivo independiente y significativo del riesgo de contraer una ECV en los individuos que la presentan.^{3,4,7}

Desde hace años se conocen varios factores de riesgo cardiovascular (FCRV), denominados tradicionales, entre los que destacan la hipertensión, el tabaquismo y la hipercolesterolemia.⁸ Sin embargo, la existencia de factores de riesgo tradicionales o convencionales sólo permiten explicar del 50 al 66 por ciento de los eventos de ECV, es por ello, que en los últimos años han surgido nuevos factores de riesgo denominados como emergentes o no convencionales, sobresaliendo la homocisteína (Hcy), como un intento de explicar la enfermedad.^{2,9,10} **(Véase Anexo I).**

Todos los FCRV mencionados, convencionales o no, implican, a la larga, alteraciones cardiovasculares y hemodinámicas que inciden de forma directa en la función endotelial y la estructura de la pared vascular, generando una enfermedad de alta morbimortalidad.

La homocisteína y su metabolismo han sido objeto de especial interés desde los años sesenta, cuando en 1969 el Dr. Kilmer McCully, patólogo de la universidad de Harvard, propuso por primera vez un vínculo entre niveles elevados de homocisteína y daño vascular.^{3,9-12} Es a partir de este momento cuando se incrementaron exponencialmente las publicaciones sobre el tema, sobre todo en los años 1990 y 1994, y Framingham la reconoció como factor de riesgo aterogénico.^{11,12}

La homocisteína es un aminoácido que se sintetiza en el organismo a partir de otro: la metionina.^{2,13} Dicha metabolización puede ocurrir de dos formas: remetilación o transulfuración / desmetilación.^{3,11,12,14} Durante la remetilación, la homocisteína se recicla a metionina siendo fundamental la presencia de cianocobalamina (vitamina B₁₂) y ácido fólico (vitamina B₉). Por otro lado, en la transulfuración o desmetilación se degrada la homocisteína a cisteína, la cual es eliminada por la orina e implica la acción de la vitamina B₆.^{3,9-12} **(Véase Anexo II).**

La hiperhomocisteinemia se define como una concentración elevada de Hcy plasmática total en condiciones de ayuno o tras la sobrecarga oral de metionina, cuyo origen puede ser genético, nutricional, ambiental, medicamentoso o tóxico o puede surgir como consecuencia de otras enfermedades.³ Los niveles de Hcy considerados normales oscilan entre 5-15 umol/L y el umbral de riesgo se ubica en 12-18 umol/L; si oscilan entre 16-30 umol/L el diagnóstico es hiperhomocisteinemia leve, y moderada si se encuentran entre 31 umol/L y 100 umol/L; valores superiores a 100 umol/L indican hiperhomocisteinemia grave.¹²⁻¹⁴

En los últimos años se ha demostrado que aquellos pacientes que presentan hiperhomocisteinemia moderada tienen un riesgo de infarto de miocardio de 3 a 4 veces mayor que el resto de la población, un riesgo de trombosis venosa recurrente de 2 a 3 veces mayor y un 40 por ciento presenta historia de eventos cardiovasculares.⁸

El conocimiento de la historia natural y curso clínico de la ECV nos permite conocerla para poder estudiar que intervenciones deben ser usadas en un momento concreto.³ Dentro de este proceso, se pueden distinguir las acciones de prevención primaria y secundaria. La prevención primaria se enfoca al manejo y control de los FCRV, a través del uso de fármacos o mediante cambios en el estilo de vida. Por otra parte, la prevención secundaria consiste en el cuidado integral de pacientes con ECV, a través de programas a largo plazo que

incluyen: evaluación médica, modificación de los factores de riesgo, educación, consejería y prescripción del ejercicio, siendo este último, uno de sus componentes fundamentales.⁴

La OMS define la actividad física (AF) como cualquier movimiento corporal producido por los músculos esqueléticos, con el consiguiente consumo de energía. La AF no debe confundirse con el ejercicio físico, que es una subcategoría de la AF que se planea, está estructurada, es repetitiva y tiene como objetivo mejorar o mantener uno o más componentes del estado físico.^{1,15}

La inactividad física es uno de los principales factores de riesgo de mortalidad más importante a escala mundial y de padecer enfermedades no transmisibles, como las ECV. Actualmente, 1 de 4 adultos no tiene un nivel suficiente de actividad física aun y cuando se ha podido observar que las personas que no hacen suficiente ejercicio físico presentan un riesgo de mortalidad entre un 20 y 30 por ciento superior al de aquellas que son activas. La OMS recomienda practicar al menos 150 minutos semanales de AF moderada, o al menos 75 minutos semanales de AF intensa.¹ Asimismo, es recomendable realizar actividades de fortalecimiento muscular dos o más días a la semana. La AF, tanto moderada como intensa, reporta numerosos beneficios para la salud: mejora el estado muscular y cardiorrespiratorio, mejora la salud ósea y funcional y disminuye la presión arterial entre muchas otras.^{1,13,15-18} **(Véase anexo III)**

Sin embargo, existe evidencia de que el incremento de ciertos tipos de AF elevan los niveles de Hcy en plasma. De hecho, parece ser que la AF altera el metabolismo de Hcy al aumentar el recambio de proteínas y/o grupos metilo y, que sus niveles de eliminación o acumulación dependen, en parte de la concentración de las vitaminas implicadas en su ruta metabólica.^{2,3,6,7,9,10,12} En este aspecto, es necesario determinar la modalidad de ejercicio, así como ofrecer consejo dietético, para que la AF pueda prescribirse como una herramienta preventiva sin implicar un aumento de otro FCRV que pueda empeorar el estado de salud de los pacientes. Dado que no existe una coherencia entre los resultados, siendo ampliamente debatidos,^{2,19-27} y, ante la falta de evidencia concluyente surge la necesidad de evaluar el efecto de la actividad física en sus distintas modalidades (aeróbica y anaeróbica) en la concentración plasmática de homocisteína teniendo en cuenta la asociación con determinados factores dietéticos.

Desde el punto de vista de la enfermería, es preciso conocer las recomendaciones nutricionales y de actividad física adecuadas para la prevención de ECV ya que, como indica la fundación Española del Corazón (FEC) *“Recordemos que el 80% de las enfermedades del corazón y hasta el 90% de los infartos podrían prevenirse con un estilo de vida más saludable, realizando más ejercicio físico y vigilando nuestra dieta”* ⁵

2. OBJETIVOS

Evaluar el efecto de la actividad física, aeróbica y anaeróbica, en la concentración plasmática de homocisteína en adultos sedentarios y físicamente activos, teniendo en cuenta la asociación con determinados factores.

Para conseguir este objetivo general se plantean los siguientes objetivos específicos:

- Analizar la asociación entre el nivel de homocisteína y la actividad física con factores dietéticos como el folato y la vitamina B₁₂.
- Determinar si la relación entre la homocisteína y la actividad física varía en función del género.

3. METODOLOGÍA

Esta revisión bibliográfica enfocada a la obtención de evidencias sobre el efecto de la actividad física en la concentración plasmática de homocisteína en adultos y su asociación con factores dietéticos, se ha realizado mediante un análisis de los estudios disponibles en la literatura científica. Para ello, se ha efectuado una búsqueda bibliográfica en las bases de datos: Cuiden, Dialnet, PubMed, Csic y Cochrane Plus. Finalmente, se han seleccionado una serie de artículos, los cuales se consideraron acordes con el tema a investigar. **(Tabla 1)**

Tabla 1: Búsqueda Bibliográfica

BASES DE DATOS	FECHA DE BUSQUEDA	ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA			Nº ARTÍCULOS ENCONTRADOS	Nº ARTÍCULOS RELEVANTES
		FILTROS	BOOLEANOS	PALABRAS CLAVE		
CUIDEN	13/12/2017	No	AND	Homocisteína; Ejercicio físico, Vitamina B12, Folato.	0	0
PUBMED	28/10/2017- 24/11/2017	Adults:19-44 años	AND; OR	Homocisteyne; Homocysteinemia; Aerobic exercise; Anaerobic exercise	18	2
		Publication dates: 10 years.	AND; OR	Homocysteine; Homocisteynemia; Exercise.	179	8
	01/11/2017- 21/12/2017	Clinical trial Species: humans	AND	Homocysteine; Exercise.	57	1
		No	AND	Homocysteine levels; Exercise	81	1
		Publication dates: 10 years	AND	Homocysteine levels; Physical Activty.	60	0
DIALNET	23/10/2017- 02/11/2017	Rango de años:2010- 2019	AND	Homocisteína; Actividad física.	8	1
	28/10/2017	No	AND; OR	Homocisteína; Actividad física; Ejercicio.	5	0
CSIC	09/01/2018	No	AND	Homocisteína; Actividad física.	1	0
COCHRANE PLUS	09/01/2018	No	AND	Homocisteína; Actividad física, Vitamina B ₁₂ , Folato	0	0
TOTAL					13	

Fuente: Elaboración propia

La búsqueda ha sido realizada durante los meses de octubre a febrero de 2017-2018, ambos inclusive, combinando las herramientas informáticas, conocidas como Descriptores en Ciencias de la Salud (DeCS) y Medical Subject Headings (MeSH). Estas mostraron varios términos que posteriormente serían utilizados.

Los descriptores empleados han sido los siguientes: Homocisteína (“homocysteine”), Ejercicio físico (“physical exercise”), Actividad física (“physical activity”), Ejercicio aeróbico (“Aerobic Exercise”), Ejercicio anaeróbico (“Anaerobic exercise”), Plasma (“plasma”), Nivel de homocisteína (“homocysteine level”), Hiperhomocistinemia (“homocysteinemia”), Vitamina B₁₂ (“B₁₂ vitamin) y Folato (“folate”), Ácido fólico (“folic acid”)

Los operadores Booleanos que se han utilizado para la investigación han sido “AND” y “OR”. Se buscaron estudios pertenecientes a los últimos cinco años (a partir del año 2012), en inglés o español, pero no en todas las bases de datos resultó efectivo. Por lo tanto, hubo que ampliar la búsqueda utilizando los filtros: “Publication dates: 10 years” y “Rango de años: 2000-2009”. En algunas bases de datos fue necesario aplicar los filtros de “Adults: 19-44 años”, “Grupo de edad: adulto” y “Species: humans” con el fin de acotar la búsqueda.

Los criterios de inclusión y exclusión se han determinado según el objetivo principal, de manera que se han seleccionado los estudios relacionados únicamente con la actividad física, aeróbica y anaeróbica, y la concentración plasmática de homocisteína, así como con factores dietéticos, que cumplieren los filtros establecidos previamente. Por ello, se han excluido los artículos que estudian la relación entre la homocisteína y la actividad física pero asociado a otras patologías, como son la insuficiencia renal crónica, el infarto agudo de miocardio y el lupus eritematoso sistémico, entre otros. También fueron motivo de exclusión aquellos cuya población de estudio fueron personas con un rango de edad fuera del estudiado. Asimismo, las guías clínicas, las revisiones bibliográficas y las tesis fueron descartadas, así como las publicaciones anteriores al año 2000.

Por último, destacar que existen otras revisiones, realizadas previamente, las cuales no estudian la totalidad de los aspectos que se han planteado, como el análisis, más reciente llevado a cabo, en el año 2016, por Maroto Sánchez B et al.²⁸ La citada revisión se centra en la actividad física aguda y crónica mientras

que con este trabajo, lo que se ha pretendido es abarcar otros ámbitos de la actividad física, como son la AF aeróbica y anaeróbica. Además, se han contemplado varios objetivos innovadores como son analizar si factores dietéticos influyen en la asociación entre el nivel de Hcy y la AF y determinar si la si la relación entre la homocisteína y la actividad física varía en función del género.

4. RESULTADOS

Teniendo en cuenta los criterios mencionados, se han encontrado 411 artículos tanto en inglés como en castellano, los cuales, han sido leídos y traducidos. Finalmente, se han incluido el 3.16% (13 artículos) y se han excluido el resto (96.84%, 398 artículos) debido a los criterios de exclusión anteriormente mencionados. Entre los artículos incluidos se encontraron: diez ensayos clínicos (76.92%) y tres (23.07%) estudios clínicos experimentales sin asignación aleatoria. Asimismo, el 7.69% se realizó en América, el 69.23% en Europa (de los cuales un 23% se realizaron en España) y el 23.07% en Asia. (**Véase anexo III**).

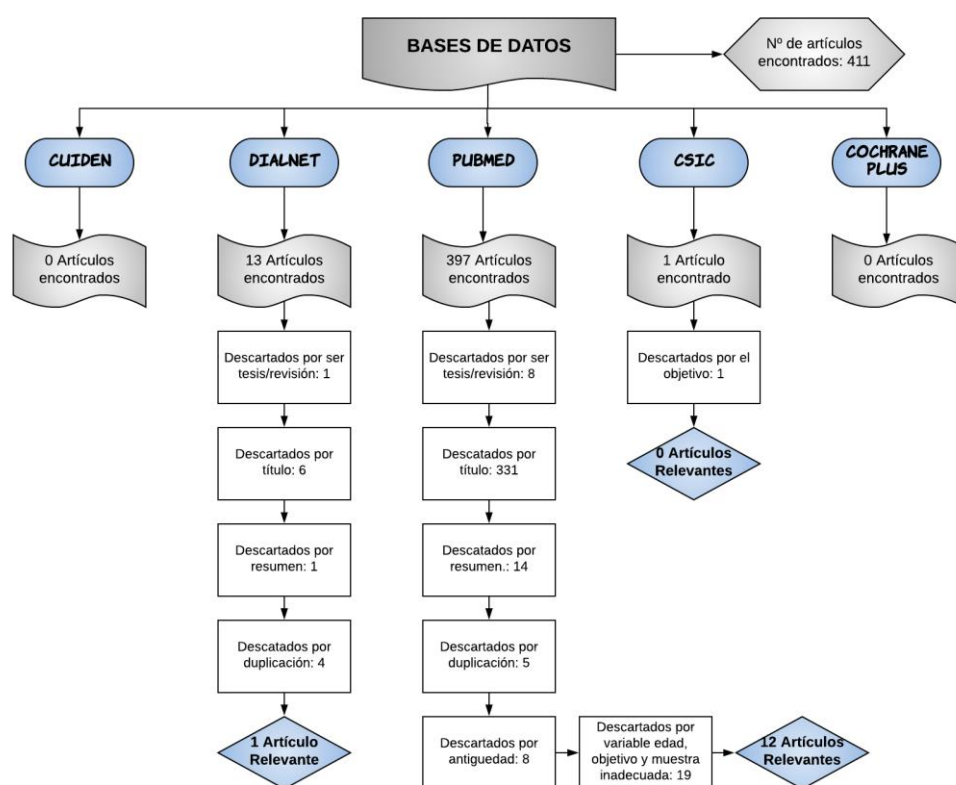


Figura 1: Diagrama de flujo

Fuente: Elaboración propia

A continuación se exponen los hallazgos realizados en la bibliografía consultada (Tabla 2). Éstos se han ordenado en base a los objetivos planteados en este trabajo.

En primer lugar, en lo referente a la actividad física aeróbica, *Bizeheh N et al.*², *Real JT et al.*²¹ y *Sánchez-Maroto B et al.*²⁴ sostuvieron que la concentración plasmática de homocisteína aumentaba significativamente tanto en los hombres sedentarios como en los físicamente activos. Sin embargo, *Subasi S et al.*^{13,18} concluyeron que dicha concentración únicamente se incrementaba en los hombres sedentarios y por tanto, no en los físicamente activos. No obstante, *Konig D et al.*²⁶ afirmaron que la concentración de homocisteína disminuía al final del periodo de entrenamiento en los hombres físicamente activos que realizaban una AF de intensidad alta. Por otra parte, en lo que a las mujeres se refiere, *Disantolo M et al.*²⁷ describieron que no se producían diferencias significativas. No obstante, *Subasi S et al.*^{13,18} afirmaron que la concentración de Hcy aumentaba en las mujeres sedentarias pero no en las físicamente activas.

En segundo lugar, respecto a la actividad física anaeróbica, *Venta R et al.*¹⁹ describieron que el nivel de homocisteína se incrementaba en los hombres físicamente activos, mientras que, *Sotgia S et al.*²² afirmaron que no se produjeron diferencias ni en los sedentarios ni en los físicamente activos. Por el contrario, en lo que a las mujeres sedentarias concierne, *Boreham CAG et al.*¹⁷ refirieron que no hubo diferencias significativas.

Al considerar tanto la actividad física aeróbica como la anaeróbica *Rosseau AS et al.*²³ sostuvieron que los hombres que realizaron ambas modalidades presentaron un menor nivel de homocisteína que los sedentarios.

En tercer lugar, en lo relativo al análisis de la asociación entre el nivel de homocisteína y la actividad física con factores dietéticos como el folato y la vitamina B₁₂, *Subasi S. et al.*¹³, *Borrione P et al.*¹⁴, *Real JT et al.*²¹, *Rosseau AS et al.*²³, *Maroto-Sánchez B. et al.*²⁴ y *Konig D et al.*²⁶ afirmaron que existe una relación inversa entre la homocisteína y el folato, después de realizar actividad aeróbica en el caso de los hombres físicamente activos. Sin embargo, *Venta R. et al.*¹⁹ sostuvieron que no existe relación entre la homocisteína y el folato tras una actividad anaeróbica en los hombres físicamente activos. Por otro lado, en lo referente a las mujeres, *Subasi S et al.*¹³, *Borrione P et al.*¹⁴ y *Disantolo M et al.*²⁷

concluyeron que hay una relación inversa entre la homocisteína y el folato tanto en mujeres sedentarias como en las físicamente activas, después de realizar actividad física aeróbica. Por último, *Sánchez-Maroto B. et al.*²⁴ y *Konig D et al.*²⁶ mantuvieron que no figura ninguna relación entre la homocisteína y la vitamina B₁₂ en los hombres físicamente activos que realizan una actividad física aeróbica. No obstante, *Venta R et al.*¹⁹ reiteraron la existencia de una relación positiva entre la homocisteína y la vitamina B₁₂ en los hombres físicamente activos tras una actividad anaeróbica.

Para finalizar, *Kuo K et al.*²⁵ y *Borrione P et al.*¹⁴ concluyeron que los hombres presentan mayor nivel de concentración de homocisteína que las mujeres después de realizar actividad física aeróbica, aludiendo al último objetivo específico.

En cualquier caso, se incluye un resumen de los artículos seleccionados así como de las características más importantes de cada artículo (*Tabla 2*).

Tabla 2. Resumen de los 13 estudios incluidos.

AUTOR, AÑO Y PAÍS	DISEÑO	TAMAÑO Y CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA	GRUPO DE COMPARACIÓN, INTERVENCIÓN, SEGUIMIENTO	VARIABLES	RESULTADOS PRINCIPALES	CONCLUSIONES	ÍNDICE DE EVIDENCIA ¹	ÍNDICE DE CALIDAD ²
1. THE EFFECT OF A SINGLE BOUT CIRCUIT RESISTANCE EXERCISE ON HOMOCYSTEINE, HS-CRP AND FIBRINOGEN IN SEDENTARY MIDDLE AGED MEN								
Bizeh N, Jaafari M. Iran, 2011. (2)	EC controlado aleatorizado.	n = 23 ♂ sedentarios. La edad media fue: -GC: 44.93 +/- 4.14 -GI: 43.11 +/- 5.16	Grupos de comparación: - GC: n=9 - GI: n=14 Intervención: AF aeróbica	Variables dependientes: Hcy, CRP, Fibrinógeno. Variable independiente: AF aeróbica.	↑ significativo de Hcy en GI (p>0.04)	Los niveles de Hcy ↑ tras AF en hombres sedentarios. Es necesario investigar para mostrar los efectos de la AF en nuevos FRC.	II	Factor de impacto (2011): 0.324 Rango: Q4
2. EFFECTS OF TWO DIFFERENT EXERCISE TRAININGS ON PLASMA HOMOCYSTEINE LEVELS AND OTHER CARDIOVASCULAR DISEASE RISKS								
Subasi S. et al. Turquía, 2012. (13)	EC controlado aleatorizado.	n = 38 ♂ y ♀ físicamente activos. La edad media fue de 21.68 +/- 1.38	Grupo comparación e intervención: - Grupo A: AF resistencia (n=13) - Grupo B: AF aeróbica (n=13) - Grupo C: control, no AF (n=12) Seguimiento: 3 meses.	Variables dependientes: Hcy, Folato, Vitamina B ₁₂ , Triglicéridos, Colesterol total, HDL, LDL. Variable independiente: AF aeróbica.	No se produjeron diferencias significativas en Hcy (p<0.01) Relación inversa entre Hcy y Folato (r= -0.447)	La AF aeróbica y de resistencia no modificó el nivel de Hcy en adultos con valores normales de ácido fólico. El ácido fólico es el factor esencial que influye en la Hcy. Si estos valores son adecuados, cambiar el nivel de Hcy con la AF es complicado.	II	Factor de impacto (2012): 2.719 Rango: Q3
3. HYPERHOMOCYSTEINEMIA IN WINTER ELITE ATHLETES: A LONGITUDINAL STUDY								
Borrione P. et al. Italia, 2006. (14)	Ensayo clínico controlado aleatorizado.	n = 187 ♂ y ♀ físicamente activos. La edad media de los hombres fue 22.84 +/- 3.6 y la de las mujeres 21.3 +/- 3.2 años.	Grupo de comparación: - GI: n=103 - GC: n=84 Intervención: AF aeróbica	Variables dependientes: Hcy, Hemoglobina, Ferritina, Folato, Colesterol total, HDL, Triglicéridos, Creatina quinasa. Variable independiente: AF aeróbica.	En ambos grupos, los hombres presentan > nivel de Hcy que las mujeres. Asociación inversa entre Hcy y Folato.	Exceso de hiperhomocisteinemia en atletas de élite de deportes de invierno. Debido a que la hiperhomocisteinemia es un FRCV deberían recomendarse intervenciones terapéuticas.	II	Factor de impacto (2006): 1.469 Rango: Q4

¹ (28) Índice de evidencia basado en Manterola C, Asenjo-Lobos C, Otzen T. Jerarquización de la evidencia: Niveles de evidencia y grados de recomendación de uso actual. Rev Chil infectología [Internet]. 2014;31(6):705–18.

² (29) Índice de calidad de la revista determinado mediante *Journal Citation Reports (Web of Knowledge)*

4. TRAINING EFFECTS OF SHORT BOUTS OF STAIR CLIMBING ON CARDIORESPIRATORY FITNESS, BLOOD LIPIDS, AND HOMOCYSTEINE IN SEDENTARY YOUNG WOMEN.

Boreham CAG. et al. Irlanda, 2005. (17)	EC controlado aleatorizado	n = 15 ♀ sedentarias. La edad media fue de 18.8.	Grupo de comparación: – GC: n=7 (no AF) – GI: n=8 Intervención: AF anaeróbica Seguimiento: 8 semanas.	Variabes dependientes: Hcy, Triglicéridos. Variable independiente: AF anaeróbica.	No hay diferencias significativas en Hcy.	El estudio confirma que la acumulación de episodios cortos de escalada puede alterar favorablemente importantes FCRV en ♀ jóvenes.	II	Factor de impacto (2005): 1,855 Rango: Q1
---	----------------------------	--	--	--	---	--	----	--

5. INFLUENCES OF ACUTE RESISTANCE AND AEROBIC EXERCISES ON PLASMA HOMOCYSTEINE LEVEL AND LIPID PROFILES

Subasi S. et al. Turquía, 2009. (18)	EC controlado no aleatorizado.	n = 51 ♂ y ♀ sedentarios. La edad media fue de 21.76 años.	Grupo de comparación e intervención: – Grupo A: AF aeróbica (n=18) – Grupo B: control, no AF (n=13) – Grupo C: AF resistencia (n=20)	Variabes dependientes: Hcy, triglicéridos, Colesterol total, HDL, LDL. Variable independiente: AF aeróbica.	↑ significativo de Hcy tras AF aeróbica (p=0.04)	Los hallazgos indican que la AF aeróbica ↑ el nivel plasmático de Hcy y la AF de resistencia no. Independientemente del tipo de AF los niveles lipídicos no se ven afectados.	III-1	Factor de impacto (2009): 1.945 Rango: Q3
--------------------------------------	--------------------------------	--	--	--	--	---	-------	--

6. PLASMA VITAMINS, AMINO ACIDS, AND RENAL FUNCTION IN POSTEXERCISE HYPERHOMOCYSTEINEMIA.

Venta R. et al. España, 2009. (19)	EC controlado no aleatorizado.	n = 29 ♂ físicamente activos entre 14 y 22 años.	Grupos de comparación: – Grupo A: ciclistas (n=15) – Grupo B: kayakers (n=14) Intervención: AF Anaeróbica	Variabes dependientes: Hcy, Vitamina B ₁₂ , Folato, Creatinina. Variable independiente: AF anaeróbico.	↑ de Hcy (8%) en ambos grupos. No diferencias significativas entre Hcy y Folato. Relación positiva entre Hcy y Vitamina B ₁₂ (p<0.001)	Los resultados muestran un aumento en las concentraciones de Hcy después de la AF. Este efecto es independiente del tipo de ejercicio, el estado de las vitaminas o el estrés metabólico de los aminoácidos, pero podría estar relacionado con cambios potenciales en la función renal.	III-1	Factor de impacto (2009): 3.707 Rango: Q1
------------------------------------	--------------------------------	---	--	--	---	---	-------	--

7. EFFECTS OF MARATHON RUNNING ON PLASMA TOTAL HOMOCYSTEINE CONCENTRATIONS.

Real J.T. et al. España. 2004. (21)	EC experimental sin AA	n= 22 ♂ físicamente activos de 23 a 49 años.. La edad media fue de 35.6 +/- 6.6 años.	Grupos de comparación: Ns/No aplicable. Intervención: AF aeróbica	Variabes dependientes: Hcy, Folato, Vitamina B ₁₂ , Albumina, Creatinina, Fibrinogeno. Variable independiente: AF aeróbica.	↑ significativo (19%) de Hcy. Relación inversa entre Hcy y Folato (r= -0.483)	Se observó un aumento en las concentraciones plasmáticas de Hcy después de una carrera de maratón en atletas masculinos entrenados. Las posibles implicaciones fisiológicas o patológicas de este hallazgo son desconocidas.	III-2	Factor de impacto (2004): 1,482 Rango: Q3
---	------------------------	---	---	---	--	---	-------	---

8. ACUTE VARIATIONS IN HOMOCYSTEINE LEVELS ARE RELATED TO CREATINE CHANGES INDUCED BY PHYSICAL ACTIVITY.

Sotgia S. et al. Italia, 2007. (22)	EC controlado no aleatorizado.	n = 16 ♂ sedentarios y físicamente activos, de 21 a 37 años.	Grupos de comparación: - Grupo A: Sedentarios (n=6) - Grupo B: Físicamente activos (n=10) Intervención: AF anaeróbico Seguimiento: 4 meses.	Variabes dependientes: Creatina, Ornitina, Metionina, Glicina, Glicociamina. Variable independiente: AF anaeróbico.	No hay diferencias significativas en Hcy en ambos grupos.	Los hallazgos respaldan una hipótesis interesante sobre el papel clave de la hemoconcentración de creatina como una modalidad importante mediante la cual el ejercicio físico afectaría los niveles plasmáticos de Hcy.	III-1	Factor de impacto (2007): 2.411 Rango: Q1
---	--------------------------------	---	--	--	---	---	-------	---

9. PLASMA HOMOCYSTEINE IS RELATED TO FOLATE INTAKE BUT NOT TRAINING STATUS.

Rosseau AS. et al. Francia, 2005. (23)	EC controlado no aleatorizado.	n = 82 ♂ sedentarios y físicamente activos. La edad media: - Grupo A: 27.1 +/- 5.9 años. - Grupo B: 25.0 +/- 6.6 años. - Grupo C: 28.7 +/- 6.9 años. - Grupo D: 29.5 +/- 6.2 años.	Grupo de comparación: - Grupo A: sedentarios (n=8) - Grupo B: AF intermitente (n=22) - Grupo C: AF anaeróbica (n=10) - Grupo D: AF aeróbica (n=42) Intervención: AF de 7 días.	Variabes dependientes: Hcy, Folato, Vitamina B ₁₂ , Metiotina, Ingesta proteica, Vitamina B ₆ . Variable independiente: AF aeróbico y anaeróbico.	Los ♂ que realizan AF aeróbica presentan < nivel de Hcy. Los ♂ que realizan AF anaeróbica presentan < nivel de Hcy que los sedentarios. Relación inversa entre Hcy y Folato (p=0.004) tras AF aeróbica y anaeróbica.	Las concentraciones plasmáticas de Hcy ↓ en atletas con alta ingesta de folato. Una dieta rica en frutas y verduras ↓ la concentración de Hcy en plasma en atletas competitivos.	III-1	Factor de impacto (2005): 1.482 Rango: Q3
---	--------------------------------	--	---	--	--	---	-------	---

10. EL EJERCICIO AGUDO AUMENTA LAS CONCENTRACIONES DE HOMOCISTEÍNA EN VARONES FISICAMENTE ACTIVOS.

Maroto-Sanchez B. et al. España, 2012. (24)	EC experimental sin AA	n = 10 ♂ físicamente activos de 18 a 28 años. La edad media fue de 23.5 +/- 1.8 años.	Grupo de comparación: Ns/No aplicable. Intervención: AF aeróbica	Variables dependientes: Hcy, Folato, Vitamina B ₁₂ , Creatinina. Variable independiente: AF aeróbica.	↑ de Hcy (p<0.05) Relación inversa entre Hcy y Folato (p<0.05 y r=-0.69) No relación significativa entre Hcy y Vitamina B ₁₂ .	Se observaron niveles altos de Hcy después de AF aeróbica. Son necesarios estudios que analicen el comportamiento de este incremento y sus repercusiones sobre la salud.	III-2	Factor de impacto (2012): 1,514 Rango: Q4
--	------------------------	---	---	---	---	---	-------	--

11. LEVELS OF HOMOCISTEYNE ARE INVERSELY ASSOCIATED WITH CARDIOVASCULAR FITNESS IN WOMEN, BUT NOT IN MEN: DATA FROM DE NATIONAL HEALTH AND NUTRITION EXAMINATION SURVE 1999-2002.

Kuo K. et al. Estados Unidos, 2005. (25)	EC experimental sin AA	n = 1444 ♂ y ♀ de 20 a 49 años físicamente activos.	Grupo de comparación: Compara hombres (n=714) con mujeres (n=730) Intervención: AF aeróbica	Variables dependientes: Hcy, Vitamina B ₁₂ , Folato, CRP, Colesterol total. Variable independiente: AF aeróbica.	♂ (2.48 µ/mol) > nivel de Hcy que ♀ (2.16 µ/mol)	Los niveles elevados de Hcy se asocian de forma independiente con una baja capacidad cardiovascular en las mujeres, pero no en los hombres. El estudio proporciona datos en un área importante donde actualmente no existen.	III-2	Factor de impacto (2005): 5.168 Rango: Q1
---	------------------------	--	--	--	--	---	-------	--

12. INFLUENCE OF TRAINING VOLUME AND ACUTE PHYSICAL EXERCISE ON THE HOMOCISTEYNE LEVELS IN ENDURANCE-TRAINED MEN: INTERACTIONS WITH PLASMA FOLATE AND VITAMIN B12

Konig D. et al. Alemania 2002. (26)	EC controlado	n = 39 ♂ físicamente activos de entre 19 a 49 años. La edad media fue de 27.1 +/- 5.3 años.	Grupo de comparación: - Grupo A: Intensidad Baja (IB) - Grupo B: Intensidad alta (IA) Intervención: AF aeróbica Seguimiento: 30 días.	Variables dependientes: Hcy, Folato, Vitamina B ₁₂ . Variable independiente: AF aeróbica.	↓ Hcy no significativamente (p=0.29) Los ♂ que realizan AF de IA presentan < nivel de Hcy (p<0.05) Relación inversa entre Hcy y Folato (r=-0.36) No relación significativa entre Hcy y Vitamina B ₁₂ .	Los resultados sugieren que el ejercicio intenso y el nivel de plasma elevado disminuye la concentración de Hcy después de un periodo de entrenamiento. El efecto combinado de la actividad física y el folato requiere de más investigación, particularmente en sujetos con riesgo de enfermedades aterotrombóticas.	II	Factor de impacto (2002): 1.810 Rango: Q3
--	---------------	---	--	---	--	--	----	--

13. ASSOCIATION OF RECREATIONAL PHYSICAL ACTIVITY WITH HOMOCYSTEINE, FOLATE AND LIPID MARKERS IN YOUNG WOMEN

Disantolo M. Italia, 2009. (27)	EC controlado	n = 240. ♀ físicamente activas y sedentarias de entre 18 a 35 años.	Grupo de comparación: – GC: n=116 – GI: n=124 Intervención: AF aeróbica Seguimiento: Jun. 2006 a Noviembre 2007.	Variabes dependientes: Hcy, Folato, Vitamina B ₁₂ , HDL, LDL, Colesterol total, Albúmina, Creatinina, Glucosa. Variable independiente: AF aeróbica.	No diferencias significativas en Hcy. (p=0.61) Relación inversa entre Hcy y Folato. (p<0.001)	La AF recreativa no tiene un impacto adverso en los niveles de homocisteína entre las ♀ jóvenes. El bajo nivel de folato ↑ riesgo de hiperhomocistinemia.	II	Factor de impacto (2009): 8.930 Rango: Q3
---------------------------------	---------------	--	---	---	--	--	----	---

EC: Ensayo Clínico; AA: Asignación aleatoria.; ♂: Hombres; ♀: Mujeres; GC: Grupo Control; GI: Grupo Intervención; AF: Actividad Física; Hcy: Homocisteína; CRP: Proteína C-reactiva; LDL: Lipoproteínas de baja densidad; HDL: Lipoproteínas de alta densidad.

Fuente: Elaboración propia.

5. DISCUSIÓN

El objetivo de esta revisión bibliográfica es evaluar el efecto de la actividad física, aeróbica y anaeróbica, en la concentración plasmática de homocisteína en adultos sedentarios y físicamente activos, teniendo en cuenta la asociación con determinados factores. Para ello, se han incluido estudios experimentales y ensayos clínicos controlados aleatorizados y no aleatorizados que analizan directamente el tema que se pretende abordar.

A modo de síntesis, destacar que casi la totalidad de los autores confirman que la actividad física, sobre todo la aeróbica, influye en la concentración de homocisteína plasmática. Parece ser, que está condicionado por los factores dietéticos.

Sin embargo, es importante resaltar que el rango de edad de la población estudiada es similar en todos los casos. Sin embargo, en los artículos de *Borrione P et al.*¹⁴, *Kuo K et al.*²⁵ y *Disantolo M et al.*²⁷ existen discrepancias debido a que el tamaño de la muestra es superior al resto. Asimismo, señalar que los lugares geográficos donde se han realizados los estudios son muy distintos, pudiendo éstos factores actuar como confusores. Por último, la diferencia en la actividad física realizada (duración, método e intensidad) y la recogida de las muestras sanguíneas pueden ser las razones de la discrepancia de los datos publicados. **(Véase anexo IV).**

En cualquier caso, a continuación se expone la discusión organizada en diversos apartados, en función de los objetivos.

5.1 LA HOMOCISTEÍNA Y ACTIVIDAD FÍSICA

La actividad física, componente fundamental de la prevención secundaria, parece ser que siempre implica una mejoría para la disminución del riesgo cardiovascular. Sin embargo, esto genera controversia, debido a que tras un análisis exhaustivo de la bibliografía, la mayoría de los autores coinciden en que la concentración plasmática de homocisteína aumenta después de la realización de una actividad física aeróbica en hombres sedentarios y físicamente activos, siendo mayor en estos últimos.^{21,23,24} Al parecer, este incremento es debido a la demanda metabólica inducida por el ejercicio²², lo cual, puede ser un problema para la población sedentaria cuando se le prescribe la actividad física como herramienta preventiva.⁴ En cualquier caso, otros autores discrepan y sostienen

que el ejercicio físico disminuye los niveles de Hcy aunque el mecanismo es desconocido.^{23,26}. Por lo tanto, al existir la posibilidad de que la concentración de homocisteína disminuya, sería conveniente tener en cuenta la modalidad, intensidad y duración de ésta, pudiendo dar lugar a nuevas investigaciones. Asimismo, se sugiere que esta diferencia en los resultados pueda estar relacionada con mantener unos niveles de folato adecuados^{23,26} lo cual, se desarrollara más adelante.

En lo referente a las mujeres, no parece que ninguna de las modalidades de actividad física suponga un incremento sobre los niveles de Hcy plasmática.^{17,27} Sin embargo, en algún caso se ha sugerido que la AF aeróbica si supone un aumento de la concentración.¹⁸ En cualquier caso, no parece haber consenso probablemente porque el tipo de actividad física realizada es diferente.

5.2 LA HOMOCISTEÍNA Y FACTORES DIETÉTICOS

Al analizar, la asociación entre el nivel de homocisteína y la actividad física con factores dietéticos dependiendo de la modalidad del ejercicio, las afirmaciones son distintas. Por un lado, en lo que se refiere a la actividad aeróbica los autores coinciden de manera unánime en que existe una correlación inversa entre la homocisteína y el folato.^{13,14,21,23,24,26,27}

La explicación de este proceso parece confusa. Por un lado, *Rosseau AS et al.*²³ declaran que el folato es la vitamina que más influencia tiene sobre las concentraciones de homocisteína. En su argumentación afirman que los mecanismos implicados en su metabolismo pueden diferir según el tipo de actividad física realizada, modificando los requisitos dietéticos. Sugieren, que dicha concentración es posible que aumente si la ingesta es inadecuada para permitir la resíntesis de metionina. Es más, plantean que el bajo nivel de folato aumenta el riesgo de homocistinemia.²⁷ Por último, proponen que mantener un nivel de ácido fólico adecuado, así como una dieta rica en frutas y verduras, se considera un factor protector frente al incremento de la homocisteína que supondría realizar una actividad física.²³

Por otro lado, en lo que a la actividad anaeróbica concierne, *Venta R et al.*¹⁹, no consideran que exista relación con los niveles de Hcy. Para estos autores, los niveles de homocisteína son independientes del tipo de ejercicio, el estado de las vitaminas o el estrés metabólico de los aminoácidos, pero piensan que puede estar relacionado con cambios potenciales en la función renal. Por otro lado,

*Sotgia S. et al.*²² destacan que la modalidad mediante la cual el ejercicio físico afectaría a los niveles plasmáticos de Hcy sea la hemoconcentración de creatina.

En lo que a la vitamina B₁₂ se refiere, existe discrepancia entre los autores, ya que algunos consideran que no existe vínculo alguno entre la homocisteína y la vitamina B₁₂,²⁴ mientras que otros postulan que existe una asociación positiva.¹⁹

5.3 LA HOMOCISTEÍNA Y EL GÉNERO

En lo que respecta a determinar si la relación entre la homocisteína y la actividad física varía en función del género, los autores *Borrione P et al.*¹⁴ y *Kuo K et al.*²⁵ coinciden en que los hombres presentan mayor nivel de homocisteína que las mujeres, en lo que a la realización de actividad aeróbica se refiere. Ambos postulan que pueda ser debido a una modificación del efecto de las hormonas sexuales, incluidos el estrógeno y el andrógeno en asociación. Sin embargo, afirman que se requieren más estudios para determinar si dichas hormonas desempeñan un papel importante en la mediación de un efecto tóxico de la homocisteína.

5.4 LIMITACIONES

Es preciso recalcar que hay una falta de evidencia científica en diversos ámbitos. Por un lado, existe un escaso conocimiento de cuál es el mecanismo exacto por el cual se producen cambios en los niveles de homocisteína. Por otro lado, se desconocen, las consecuencias que acarrea a corto, medio y largo plazo en la salud. Dichos aspectos constituyen nuevas posibles vías de investigación.

A su vez, existen abundantes publicaciones centradas en temas que no son acordes a los objetivos establecidos ya que incluyen la asociación con otras patologías como la depresión, el párkinson, y la esclerosis entre otras. En ocasiones, la edad de la población de estudio no se ajustan a los criterios de la presente revisión, lo cual, ha influido en la elección de artículos relevantes. Del mismo modo, no todos los artículos analizados se centran en la misma modalidad de actividad física, lo cual ha dificultado el análisis de los datos.

Finalmente, señalar la escasez de bibliografía actualizada debido a que la mayoría de los estudios son muy espaciados en el tiempo. Asimismo, existen varias publicaciones con un bajo índice de calidad, lo cual hace que, quizás, no

sean unos buenos referentes para establecer recomendaciones o afirmaciones categóricas.

5.5 APLICACIÓN EN ENFERMERÍA

Desde la rama sanitaria, son necesarias una serie de recomendaciones orientadas a mejorar la calidad de vida y/o promocionar la salud, sin que sean en perjuicio de ésta.

Por lo tanto, y atendiendo a los resultados de la presente revisión, desde enfermería se debe considerar que la actividad física repercute negativamente en los niveles plasmáticos de homocisteína, aumentando el riesgo de enfermedad coronaria, vascular, cerebral y periférica. Sin embargo, también se ha observado que es posible controlarlo con una ingesta adecuada de vitamina B₉ y B₁₂, por lo que conviene incidir en que el paciente se encuentre en un óptimo estado nutricional para paliar los efectos negativos del incremento que puede suponer la actividad física.

Debido a ello, he diseñado un folleto informativo con algunas indicaciones que me gustaría entregar a los pacientes que lo requieran, dirigidas a mejorar la alimentación y a compatibilizarla con la actividad física. **(Véase Anexo VI)**

6. CONCLUSIÓN

Por todo lo expuesto con anterioridad, se pueden resumir las ideas generales respondiendo a los objetivos del trabajo en varios puntos clave:

- Los estudios analizados ponen de manifiesto que la concentración plasmática de homocisteína, en el caso de los hombres, aumenta tras la realización de una actividad física aeróbica tanto en los sedentarios como en los físicamente activos, incrementándose más en estos últimos. Sin embargo, en el caso de las mujeres no se generan cambios en las concentraciones de homocisteína después de desarrollar una actividad física aeróbica ni anaeróbica. Es en este ámbito, donde son necesarias nuevas investigaciones para determinar la naturaleza, intensidad y duración del ejercicio requeridas para reducir el riesgo cardiovascular.
- En lo que a la actividad física aeróbica concierne existe una correlación inversa entre la homocisteína y el ácido fólico. Sin embargo, este efecto no se observa en el caso de la actividad física anaeróbica. En lo referente a la vitamina B₁₂ la evidencia es escasa por lo tanto no se puede valorar de forma concluyente dicha asociación siendo necesaria la realización de más estudios al respecto.
- Se ha determinado que los hombres presentan mayor nivel de concentración de homocisteína que las mujeres después de realizar una actividad física aeróbica.
- Parece ser que la actividad regular combinada con una ingesta dietética equilibrada se consideran factores protectores de las enfermedades cardiovasculares.

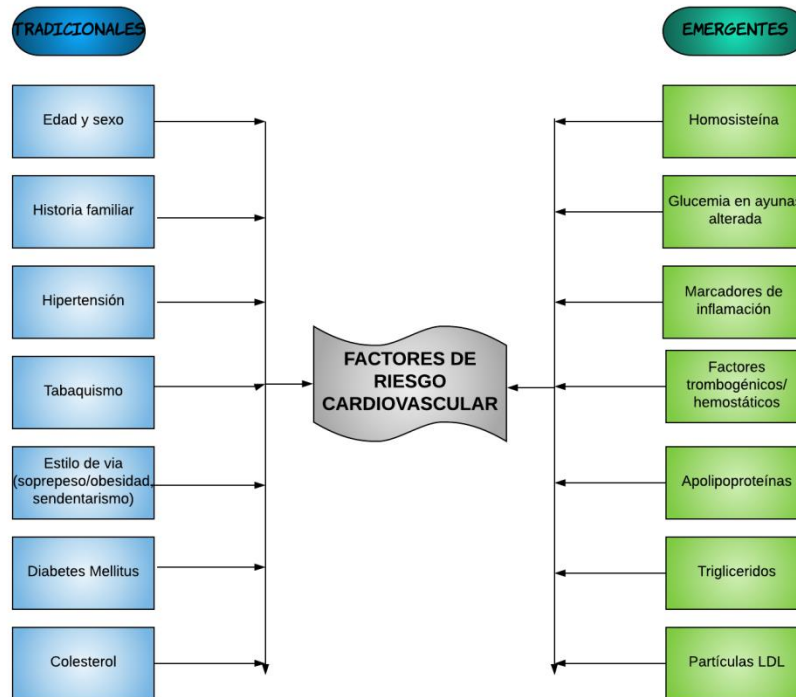
7. BIBLIOGRAFÍA

1. Organización mundial de la salud (OMS) [sede Web]. [actualizada en enero de 2015; acceso enero 2018] Disponible en: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs317/es/>
2. Bizheh N, Jaafari M. The Effect of a Single Bout Circuit Resistance Exercise on Homocysteine, hs-CRP and Fibrinogen in Sedentary Middle Aged Men. Iran J Basic Med Sci Iran J Basic Med Sci Iran J Basic Med Sci [Internet]. [cited 2017 Oct 28];14(6):568–73.
3. Culebras Cáceres CA. La homocisteína como factor de riesgo y pronóstico a medio y largo plazo en el infarto de miocardio prematuro. [tesis doctoral]. Universidad de las Palmas de Gran Canarias; 2015.
4. Serón Silva P. Actividad física y ejercicio en la enfermedad cardiovascular. [tesis doctoral]. Barcelona; 2014.
5. Fundación española del corazón (FEC) [sede Web]. Disponible en: <http://fundaciondelcorazon.com/ejercicio.html>
6. Instituto Nacional de Estadística (INE) [sede Web]. [actualizada en enero de 2017; acceso enero de 2018] Disponible en: http://www.ine.es/prodyser/espa_cifras/2017/index.html#20/z
7. Terrados N, Valcarcel G, Venta R. Los nuevos factores de riesgo cardiovascular y la actividad física. Apunt Med I"Esport. 2010;45(167):201–8.
8. Organización Mundial de la Salud. Factores de riesgo de enfermedades cardiovasculares: nuevas esferas de investigación. Informe de un Grupo Científico de la OMS. Ginebra: OMS; 1994. Serie de Informes Técnicos: 841.
9. Padrón N, d, Colina B, V, Quero G, Z. La Homocisteína como factor de riesgo en la enfermedad cardiovascular. Archivos Venezolanos de Farmacología y Terapéutica [Internet]. 2005;24(1):0. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=55924103>
10. Rivara ML, Genaro G Di, González Romero DJ. Homocisteína y enfermedad vascular oclusiva. Rev Posgrado la Via Cátedra Med. 2006;154:5–8.
11. Medellín S, Ángel M. Homocisteína en Enfermedad y Riesgo Vascular. 2012;26:23–6.
12. Santiso Ramos M, López Santiso P, Robert Companini L, Cabrera Espinosa O. Homocisteína, marcador de riesgo vascular. Revisión bibliográfica. MediCiego; Vol 22, Núm 4 MediCiego Supl Espec [Internet]. 2016;22(4):66–76.

13. Subasi SS, Gelecek N, Aksakoglu G, Ormen M. Effects of two different exercise trainings on plasma homocysteine levels and other cardiovascular disease risks. *Turkish J Biochem* [Internet]. 2012 [cited 2017 Oct 28];37(2):303–14.
14. Borrione P, Pigozzi F, Massazza G, Schonhuber H, Viberti G, Paccotti P, et al. Hyperhomocysteinemia in winter elite athletes: a longitudinal study. *J Endocrinol Invest*. 2007;30(5):367–75.
15. Asociación Española de Entrenadores de Baloncesto, DKV Seguros y la Fundación de Educación para la Salud. Encesta por la salud [videocinta]. Disponible en: <http://www.encestaporlasalud.com/>
16. Serrano M, Berjón J, Salaberri A, Amezqueta C. Riesgo cardiovascular. Pamplona: Gobierno de Navarra, Departamento de Salud; 2003.
17. Boreham C a G, Kennedy RA, Murphy MH, Tully M, Wallace WFM, Young I. Training effects of short bouts of stair climbing on cardiorespiratory fitness, blood lipids, and homocysteine in sedentary young women. *Br J Sports Med* [Internet]. 2005 [cited 2017 Oct 28];39:590–3.
18. Subaşı SS, Gelecek N, Özdemir N, Örmen M. Influences of acute resistance and aerobic exercises on plasma homocysteine level and lipid profiles. *Turkish J Biochem*. 2009;34(1):9–14.
19. Venta R, Cruz E, Valcárcel G, Terrados N. Plasma vitamins, amino acids, and renal function in postexercise hyperhomocysteinemia. *Med Sci Sports Exerc*. 2009;41(8):1645–51.
20. Suárez García I, Gómez Cerezo JF, Ríos Blanco JJ, Barbado Hernández FJ, Vázquez Rodríguez JJ. La homocisteína. ¿El factor de riesgo cardiovascular del próximo milenio? *An Med Interna* [Internet]. 2001;18(4):53–9.
21. Real JT, Merchante A, Gómez JL, Chaves FJ, Ascaso JF, Carmena R. Effects of marathon running on plasma total homocysteine concentrations. *Nutr Metab Cardiovasc Dis* [Internet]. 2005 [cited 2017 Oct 28];15:134–9.
22. Sotgia S, Carru C, Caria MA, Tadolini B, Deiana L, Zinellu A. Acute variations in homocysteine levels are related to creatine changes induced by physical activity. *Clin Nutr* [Internet]. 2007 [cited 2017 Oct 28];26:444–9.
23. Rousseau AS, Robin S, Roussel AM, Ducros V, Margaritis I. Plasma homocysteine is related to folate intake but not training status. *Nutr Metab Cardiovasc Dis* [Internet]. 2005 [cited 2017 Oct 28];15:125–33.
24. Maroto-Sánchez B, Valtueña J, Albers U, Benito PJ, González-Gross M. El ejercicio agudo aumenta las concentraciones de homocisteína en varones

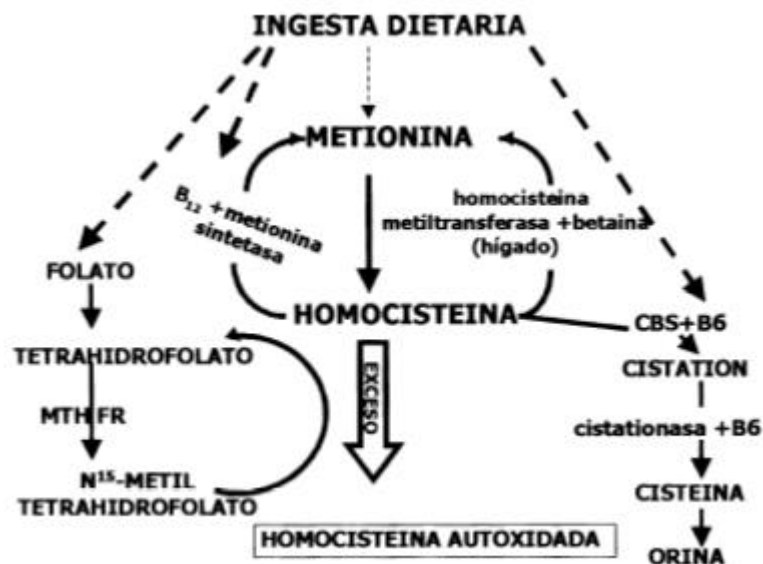
- físicamente activos. *Nutr Hosp* [Internet]. 2013 [cited 2017 Oct 28];28(2):325–32.
25. Kuo HK, Yen CJ, Bean JF. Levels of homocysteine are inversely associated with cardiovascular fitness in women, but not in men: Data from the National Health and Nutrition Examination Survey 1999-2002. *J Intern Med*. 2005;258(4):328–35.
 26. Koning D, Bissé E, Deibert P, Muller HM, Wieland H BA. Influence of training volume and acute physical exercise on the homocysteine levels in endurance-trained men: interactions with plasma folate and vitamin B12. *Ann Nutr Metab*. 2003;47:114-8.
 27. Di Santolo M, Banfi G, Stel G, Cauci S. Association of recreational physical activity with homocysteine, folate and lipid markers in young women. *Eur J Appl Physiol* [Internet]. 2009 Jan 14 [cited 2017 Oct 28];105(1):111–8.
 28. Maroto Sanchez B, Lopez-torres O, Palacios G. What do we know about homocysteine and exercise? A review from the literature. 2016;54(10):1561–77.
 29. Manterola C, Asenjo-Lobos C, Otzen T. Jerarquización de la evidencia: Niveles de evidencia y grados de recomendación de uso actual. *Rev Chil infectología* [Internet]. 2014;31(6):705–18. Disponible en: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0716-10182014000600011&lng=en&nrm=iso&tlng=en
 30. Journal Citation Reports (Web of Knowledge) [sede Web]. [09/09/2017; 14/04/2018]. Disponible en: <http://jcr.incites.thomsonreuters.com>

ANEXO I - Factores de riesgo cardiovascular



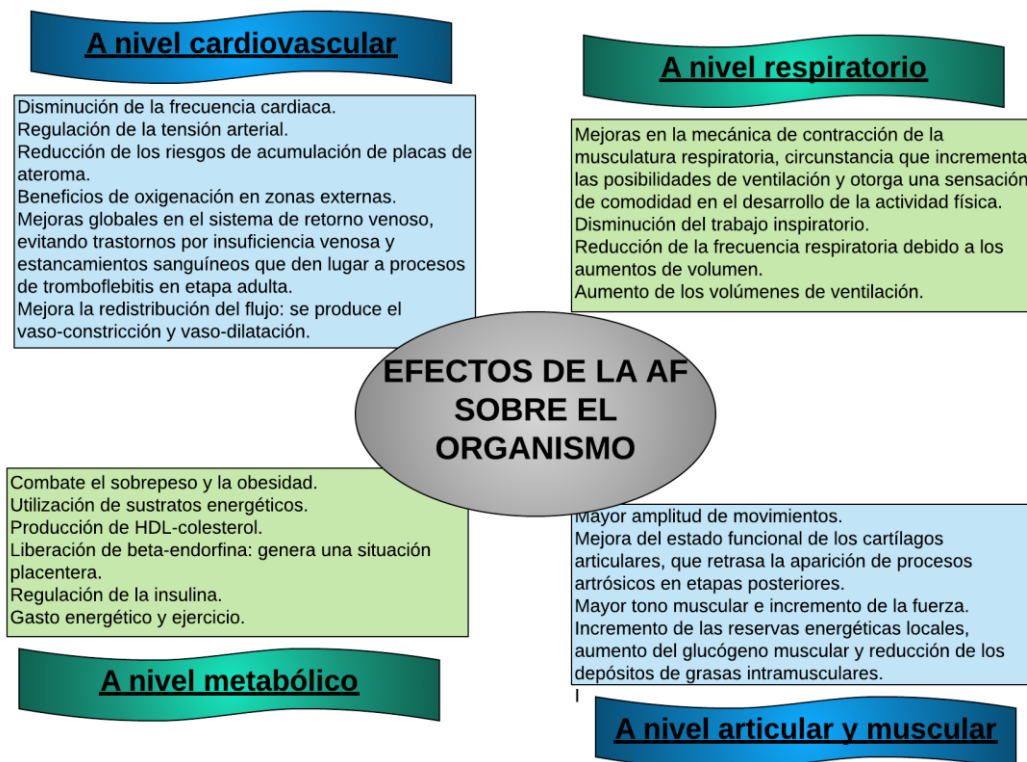
Fuente: Elaboración propia

ANEXO II- Metabolismo de la homocisteína



Fuente: Culebras Cáceres CA. La homocisteína como factor de riesgo y pronóstico a medio y largo plazo en el infarto de miocardio prematuro. (3)

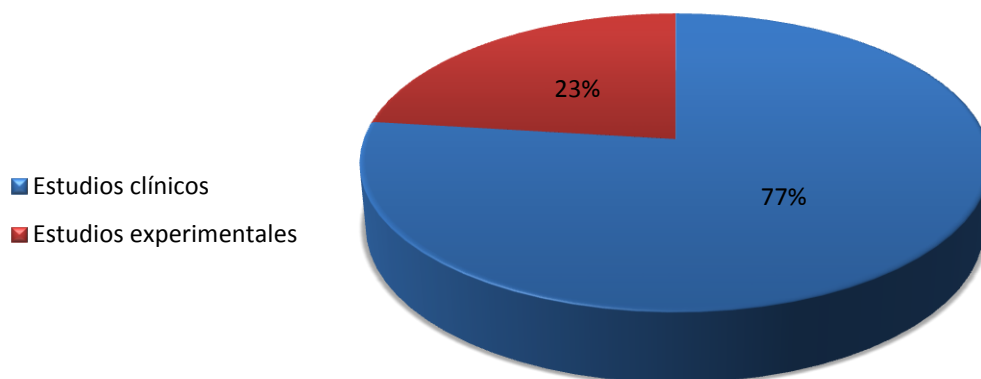
ANEXO III- Efectos de la actividad física sobre la salud



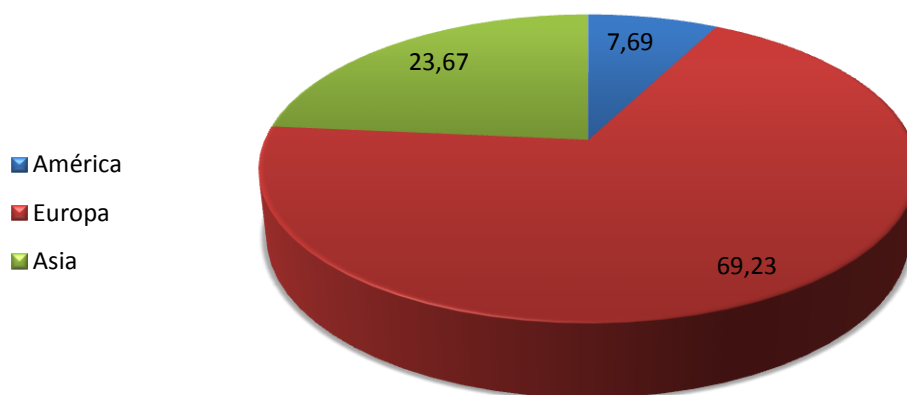
Fuente: Elaboración propia

ANEXO IV- Tipos de estudios y localización geográfica

Tipos de estudios



Localización geográfica



Fuente: Elaboración propia

ANEXO V- AF realizada y recogida de muestras sanguíneas

ARTÍCULO	TIPO DE INTERVENCIÓN	RECOGIDA DE MUESTRAS
<i>The effect of a single bout circuit resistance exercise on homocysteine, hs-crp and fibrinogen in sedentary middle aged men. (2)</i>	Diez ejercicios de resistencia. Repetición máxima en 20 segundos, para tres series con un intervalo de descanso de 1 minuto.	Antes y después de AF
<i>Effects of two different exercise trainings on plasma homocysteine levels and other cardiovascular disease risks. (3)</i>	AF aeróbica: 30min andando en cinta de correr	Antes y después de AF
<i>Hyperhomocysteinemia in winter elite athletes: a longitudinal study. (14)</i>	Esquí	Antes y después de AF
<i>Training effects of short bouts of stair climbing on cardiorespiratory fitness, blood lipids, and homocysteine in sedentary young women. (17)</i>	Programa progresivo de escalada (199 escalones) a 90 escalones/min.	Antes y 60h después de AF
<i>Influences of acute resistance and aerobic exercises on plasma homocysteine level and lipid profiles. (18)</i>	AF aeróbica: 10 min de calentamiento, ejercicio aeróbico submáximo en cinta de andar (25-55 min) y 10 min de estiramientos	Antes y después de AF
<i>Plasma vitamins, amino acids, and renal function in postexercise hyperhomocysteinemia. (19)</i>	Ciclo-ergometro (ciclistas) y Kayak-ergometro: kayakers	Antes y 30 +/- 5min después de AF
<i>Effects of marathon running on plasma total homocysteine concentrations.(13)</i>	Marathon (42 km)	Antes y 24h después de AF
<i>Acute variations in homocysteine levels are related to creatine changes induced by physical activity. (22)</i>	Ciclo-ergómetro (8min)	Antes y después de AF
<i>Plasma homocysteine is related to folate intake but not training status.(23)</i>	Registro de AF de 7 días con escala de intensidad (actividades personales, tareas domésticas, ejercicio físico)	Antes y 12h después de AF
<i>El ejercicio agudo aumenta las concentraciones de homocisteína en varones físicamente activos. (24)</i>	Dos pruebas en tapiz rodante (una de esfuerzo incremental máximo y una submáxima)	Antes y después de AF
<i>Levels of homocysteyne are inversely associated with cardiovascular fitness in women, but not in men: data from de national health and nutrition examination surve 1999-2002. (25)</i>	Ejercicios aeróbicos submaximos en cinta de correr (2 min de calentamiento, 3 min de ejercicio y 2 min de estiramientos)	Antes y después de AF
<i>Influence of training volume and acute physical exercise on the homocisteyne levels in endurance-trained men: interactions with plasma folate and vitamin B12. (26)</i>	Triatlón (natación (400m), bicicleta (25.000m) y carrera (4.000m)	Antes y 1h y 24h después de AF
<i>Association of recreational physical activity with homocysteine, folate and lipid markers in young women. (27)</i>	Ejercicios recreacionales	Antes y después de AF

Fuente: Deminice R, Farias Ribeiro D, Tadeu Trevisan Frajacomo F. The Effects of Acute Exercise and Exercise Training on Plasma Homocysteine: A Meta- Analysis. [cited 2017 Oct 28]; Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4795785/pdf/pone.0151653.pdf> y elaboración propia.

RECOMENDACIONES: FACTORES DIETÉTICOS

❖ Ácido Fólico (Vitamina B₉)

La ingesta recomendada de folato en los adultos es de 400 µg/día.

En el embarazo y la lactancia se recomienda un aporte de 600 y 500 µg/día, respectivamente, y en la infancia entre 150 y 300 µg/día.

❖ Cobalamina (Vitamina B₁₂)

La ingesta recomendada de cobalamina en los adultos es de 2.4 µg/día.

En el embarazo y la lactancia se recomienda aumentar el aporte +0.2µ/día.

➔ Los vegetarianos estrictos suelen presentar déficit de esta vitamina, por lo que su la concentración de Hcy suele ser superior a la habitual.

➔ Entre un 10-30% de los ancianos tienen una malabsorción por lo tanto, se recomienda que a partir de los 50 años de edad consuman alimentos enriquecidos en esta vitamina.

“Recordemos que el 80% de las enfermedades del corazón y hasta el 90% de los infartos podrían prevenirse con un estilo de vida más saludable, realizando más ejercicio físico y vigilando nuestra dieta”

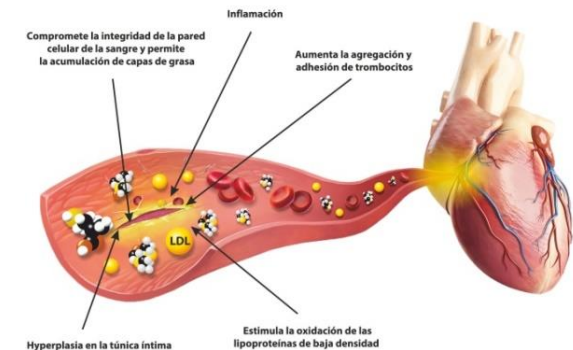
RECOMENDACIONES: ACTIVIDAD FÍSICA



BIBLIOGRAFÍA

- Rivara ML, Genaro G Di, González Romero DJ. Homocisteína y enfermedad vascular oclusiva. Rev Posgrado la Vía Cátedra Med. 2006;154:5-8.
- Zacarías Castillo, R., Hernández Rebollar, A., Zajarías Rabchinsky, A. and González Bárcena, D. (2001). Hiperhomocisteinemia. Un nuevo factor de riesgo coronario. Gaceta Médica de México., 137, pp.341-343.
- Torres Quiala, D., Charro Portilla, D., Reyes Cayón, D., Romero Barrientos, L. and Ravelo Torres, Y. (2013). Aspectos esenciales sobre vitamina B12. Rev Inf Cient 2013; 77(1).
- Sánchez A. Cómo comer sano y controlar tu peso durante el embarazo. Guía de alimentación para embarazadas. Mediciadiet 2015.
- Subasi SS, Gelecek N, Aksakoglu G, Ormen M. Effects of two different exercise trainings on plasma homocysteine levels and other cardiovascular disease risks. Turkish J Biochem [Internet]. 2012 [cited 2017 Oct 28];37(2):303-14.
- Rousseau AS, Robin S, Roussel AM, Ducros V, Margaritis I. Plasma homocysteine is related to folate intake but not training status. Nutr Metab Cardiovasc Dis [Internet]. 2005 [cited 2017 Oct 28];15:125-33.

¿CONOCES LA HOMOCISTEÍNA?



La **HOMOCISTEÍNA**, factor de riesgo cardiovascular emergente, es un aminoácido que se origina en el metabolismo de la metionina, asociado a un mayor riesgo de enfermedad coronaria, vascular, cerebral y periférica.

Su trascendencia se debe a que es un factor de riesgo modificable, ya que su exceso puede tratarse mediante el aumento del consumo de vitaminas del grupo B, en particular el ácido fólico y la cobalamina.





La primera medida terapéutica en las personas con una concentración de homocisteína elevada es una alimentación rica en ácido fólico y vitamina B12.

En las mujeres embarazadas o en periodo de lactancia estas necesidades se incrementan y también en determinadas patologías como la insuficiencia renal, enfermedades inflamatorias, hipotiroidismo, psoriasis y neoplasias malignas.

Debido a que un porcentaje significativo de la población no cubre los requerimientos diarios de ácido fólico, una estrategia poblacional razonable es recomendar un aumento en el consumo de alimentos ricos en esta vitamina.

“La homocisteína constituye una nueva diana terapéutica que puede permitir mejorar la prevención de las enfermedades cardiovasculares.”

ÁCIDO FÓLICO (B₉)

Epidemiología: Su carencia es muy frecuente entre la población por la disminución en su aporte y absorción, aumento de las necesidades, interacción con fármacos o por el aumento en sus pérdidas.

Grupos de riesgo: Los ancianos, mujeres embarazadas, hospitalizados y sujetos sometidos a dietas restrictivas severas.

Modo de absorción: Por transporte facilitado dependiente del sodio.

Funciones:

- Biosíntesis de ácidos nucleicos
- Maduración de glóbulos rojos
- Promoción del crecimiento.
- Transporte de unidades de carbono durante el metabolismo de los aminoácidos.

Fuentes: Hígado, alubias, vegetales de hojas oscuras.

ALIMENTO	CANTIDAD (g)	ÁCIDO FÓLICO (µg)
Patatas hervidas	180	50
Espinacas	180	160
Judías Verdes	180	60
Coles de Bruselas	180	200
Coliflor Hervida	180	100
Guisantes Hervidos	180	90
Tomate	85	15
Naranja	160	60
Aguacate	150	100
Plátano	100	20
Melón	180	50

COBALAMINA (VITAMINA B₁₂)

Epidemiología: Su carencia es frecuente en personas que siguen dietas desequilibradas, en vegetarianos estrictos y en el alcoholismo crónico. Las interacciones farmacológicas y las enfermedades gastrointestinales y metabólicas también originan deficiencias de vitamina B₁₂.

Modo de absorción: Absorbida por el íleon terminal, por transporte activo que implica al factor intrínseco.

Funciones:

- Contribuye en el desarrollo normal del sistema nervioso.
- Es indispensable para la medula ósea, el funcionamiento del tracto gastrointestinal y la síntesis de glóbulos rojos.
- Su déficit provoca anemia perniciosa.

Fuentes: Hígado, vísceras, pescado, huevos y productos lácteos.

ALIMENTO	CANTIDAD (g)	COBALAMINA (µg)
Salmón	100	3.2
Sardinas	100	8.9
Almejas	85	84
Pechuga de pollo (cocida y sin piel)	85	30
Hígado de pollo	100	39
Hígado de cerdo	100	39
Hígado de vaca	100	65-80
Huevo	1 huevo	1.28
Yogurt Natural	200	1.28
Queso Cottage	220	1.3

*Pequeñas cantidades de B12: algas, germen de trigo, soja.

Fuente: Elaboración propia (ANEXO VI)