



THE INTERNATIONAL MOUNTAINEERING AND CLIMBING FEDERATION
UNION INTERNATIONALE DES ASSOCIATIONS D'ALPINISME

Office: Monbijoustrasse 61 • Postfach
CH-3000 Berne 23 • SWITZERLAND
Tel.: +41 (0)31 3701828 • Fax: +41 (0)31 3701838
e-mail: office@uiaa.ch

RECOMENDACIONES DE LA COMISIÓN MÉDICA DE LA UIAA

VOL: 6

Desinfección del Agua en la Montaña

Destinado a Médicos, Personas No sanitarias
interesadas y Organizadores de Trekkings y
Expediciones

Th. Küpper, V. Schoeffl, J. Milledge
2008

Introducción

La diarrea del viajero es sin duda el problema de salud más frecuente e importante que afecta a los viajeros. El síndrome se presenta en un 20-70% de los viajeros en las regiones menos desarrolladas, dando por resultado un deterioro significativo de las actividades del afectado y que en un 40% obliga a cambiar su itinerario. Aunque la comida contaminada puede ser un factor de riesgo para la diarrea del viajero más importante que el agua, la disponibilidad de agua potable y el conocimiento de cómo obtenerla es una necesidad para los montañeros de todo el mundo para compensar (a gran altitud) la deshidratación, mejorar el rendimiento y reducir al mínimo los riesgos (por ejemplo, las congelaciones y las enfermedades debidas a la altitud). En la mayoría de los casos la responsabilidad de obtención y purificación de agua será del montañero, porque no habrá recursos hídricos disponibles seguros. Esta recomendación de la Comisión Médica de la UIAA resume las ventajas y desventajas de los diversos procedimientos, con especial atención a la situación en montaña o en altitud, y asesorará a los montañeros sobre cómo preparar agua potable reduciendo al mínimo el daño ambiental.

Definiciones

- **"Agua potable"** no quiere decir que sea absolutamente estéril. El agua es segura (= potable), si la concentración de gérmenes es demasiado baja para producir daño a la salud humana (infección).
- **"Desinfección"** es la muerte o inactivación de gérmenes que pueden provocar enfermedades infecciosas.
 - Definimos **"métodos regulares"** para la desinfección del agua como los métodos que proporcionan agua que se acepta como segura.
 - Los **"métodos improvisados"** no proporcionan agua potable. Sólo deben utilizarse si no existe ningún método regular disponible por cualquier razón.
- **"Esterilización"** significa que se han eliminado todos los gérmenes.
- **"Conservación"** (= preservación) describe los procedimientos que evitan el deterioro de productos que eran "seguros" pero sensibles (por ejemplo, la reinfección del agua)

Principios para evitar enfermedades transmitidas por el agua

- El mantenimiento de buenos estándares de higiene al manipular cualquier tipo de agua, bebida, alimento o desecho humano es la "regla oro!"
 - No usar los contenedores de agua, bebida o alimentos para otros materiales! Se ha descrito intoxicación grave, por ejemplo, cuando se han transportado combustible en botellas de bebidas.

- Guarde todos los equipos, que puedan estar en contacto con alimentos, agua o bebidas, limpios! Lávese las manos antes de tocar agua, bebida o comida!
- Los residuos humanos deben ser enterrados al menos a 30 metros de cualquier fuente de agua para evitar una mayor contaminación de las aguas superficiales.
- Minimizar la cantidad de agua potable (tratada) que se necesita.
 - Determinar qué procedimientos se pueden realizar utilizando agua no tratada (por ejemplo, limpieza del menaje, limpieza de suciedad evidente de las manos, etc)
 - Sin embargo, se debe prever la preparación de 4 a 5 litros de agua potable por persona y día.
- Si se dispone de varios procedimientos de desinfección de agua utilice siempre la opción más segura!
 - Tener una buena calidad de agua a desinfectar mejora la seguridad de los procedimientos y preserva los equipos. Recoger agua de lluvia puede ser una opción para obtener una buena agua cruda.
 - Más adelante se enumeran los “procedimientos ordinarios” que se prefieren para desinfectar el agua.
 - Los “Métodos improvisados” (ver más abajo) deben utilizarse sólo si no existen métodos regulares disponibles por cualquier motivo. Estos métodos no proporcionan agua potable, pero reducen la concentración de gérmenes de manera significativa y, por lo tanto, estadísticamente reducen el riesgo de enfermedades transmitidas a través del agua.
- Condiciones previas esenciales para el personal que desinfecta el agua:
 - Sólo personas especializadas deben actuar y decidir qué procedimiento de los disponibles debe ser utilizado. Se han descrito problemas graves (infecciones del grupo) después de la desinfección del agua por parte de personas incompetentes
 - Los responsables de la desinfección del agua deben realizar una demostración a todos los miembros del grupo. Esto debe ir seguido de una participación supervisada del grupo en los procedimientos de desinfección del agua antes de que los componentes del grupo realicen desinfecciones individuales.

Métodos regulares para la desinfección del agua

No hay ningún método que sea absolutamente infalible en montaña. Es necesario conocer diferentes métodos de desinfección del agua. Mientras que el agua relativamente segura está disponible en algunas regiones del mundo (por ejemplo, en el norte de Europa, o dónde el agua se obtiene directamente de un manantial de

gran volumen), en la mayoría de las regiones del mundo es necesario algún procedimiento de desinfección. Si se tiene previsto guardar el agua desinfectada durante más de un día, un procedimiento para la conservación (es decir, el almacenamiento de esta agua) debe seguir a la desinfección (véase más adelante).

- **Ebullición**

- **Principios:** A pesar de que la temperatura de ebullición del agua en altura es inferior a la del nivel del mar, con este método se matan todos los gérmenes enteropatógenos, excepto el virus de la hepatitis A, por lo que produce agua potable (la infección por el virus de la hepatitis A en altura es muy rara. Sin embargo los viajeros deben ser vacunados).). **Nota:** En la literatura científica hay diferencias significativas de la temperatura necesaria para matar los virus de la hepatitis A. La Comisión decidió asegurarse y excluyó este virus de la lista de los gérmenes que pueden ser eliminados por simple ebullición, y recomienda la vacunación contra la Hepatitis A. Este tema será objeto de seguimiento.

- **Procedimiento:** El agua debe hervir con burbujas durante al menos un minuto.
- **Ventajas:** Método sencillo, (casi) ningún fallo.
- **Desventajas:** El tiempo y el combustible consumido (se necesita 1 kg de madera para hervir 1 litro de agua). El combustible se debe transportar a la montaña o proveerse de él a nivel local, lo que contribuye a la deforestación. Por lo tanto, se prefieren otros procedimientos en cualquier situación donde haya disponible agua líquida.
- **Observaciones adicionales:** Para optimizar la seguridad del procedimiento, todos los miembros de la expedición deben ser vacunados contra la hepatitis A.

- **Desinfección química**

- **Principios:** Los productos químicos destruyen los gérmenes. El hipoclorito sódico y el hipoclorito cálcico son los componentes más importantes de los productos disponibles comercialmente para los viajeros. Los productos que contienen yodo no deben ser utilizados debido a sus posibles efectos secundarios.
- **Procedimiento:** se debe agregar al agua una cantidad suficiente de desinfectante. Agitar bien para la distribución homogénea del desinfectante. Espere el tiempo necesario tal y como se indica en las instrucciones del desinfectante. Un calentamiento cuidadoso del agua (a unos 25-30°C) reduce el tiempo necesario para la desinfección (la mitad del tiempo para cada +10°). **Nota:** Al final del

tiempo necesario para la desinfección el agua debe saber un poco de cloro. De lo contrario, significará que no se ha puesto una suficiente cantidad de desinfectante. Se deberá añadir la misma cantidad de desinfectante que se ha puesto anteriormente y esperar el mismo tiempo para la desinfección del agua.

- **Ventajas:** Se puede utilizar inmediatamente en cualquier momento y en cualquier lugar donde haya disponible agua líquida y desinfectante. No necesita combustible, por lo tanto no contribuye a la deforestación.
- **Desventajas:** Consume tiempo y es un poco complicado. Se pueden producir varios fallos, por ejemplo:
 - El cloro (y el yodo) no eliminan *Giardia*, *Cyclospora* y *Cryptosporidium* (el cloro sólo es seguro en concentraciones muy altas), ni los huevos y larvas de varios parásitos.
 - Si se utiliza agua fría el tiempo de desinfección debe aumentar (por ejemplo, el cuádruple si el agua está a 2-5°C). También se puede aumentar la concentración del desinfectante aunque esto altera el sabor del agua.
 - Si se usa agua que contiene material orgánico (por ejemplo, algas en el agua de los lagos pequeños) la cantidad de desinfectante químico utilizado debe ser mayor (el doble).
 - Al contrario de lo que se piensa, los iones de plata pura no desinfectan el agua suficientemente, pero conservan el agua limpia durante un máximo de 6 meses. Tenga cuidado: las concentraciones demasiado elevadas de iones de plata pueden provocar corrosión en los recipientes de aluminio.
- **Observaciones adicionales:** El sabor del agua se afecta por la desinfección química (especialmente si se usan altas concentraciones para hacer frente a condiciones de frío o material orgánico). Esto puede neutralizarse mediante la adición de una mínima cantidad de polvo de vitamina C por litro, agregada después de finalizar la desinfección.

Nota: La Comisión Médica es consciente de la comercialización de sistemas de esterilización UV y revisará su utilización cuando haya más datos disponibles. También está revisando los filtros matrix.

- **Filtración**

- **Principios:** Los gérmenes son eliminados por sus características físicas como por su tamaño respecto a los poros del filtro, o la interacción electrostática o hidrofóbica entre la superficie de la bacteria y el material del filtro. Las partículas pequeñas (por ejemplo, virus) son parcialmente suprimidos por la aglutinación.

- **Procedimiento:** El agua pasa a través de cualquier material que tenga un poro de 0,2 μm o más pequeño.
- **Ventajas:** procedimiento relativamente sencillo para personas entrenadas, pero el equipo debe ser tratado con cuidado (el material cerámico se puede romper) Se pueden filtrar grandes cantidades de agua (para grupos grandes) con un filtro del tamaño apropiado.
- **Desventajas:** Los filtros de cerámica son productos de alta tecnología con ventajas y desventajas que dependen de su constitución. Por lo tanto, es deber de cualquier usuario tener un conocimiento detallado sobre el tipo de filtro utilizado. No existe un sistema de filtro que utilizado como método único produzca agua potable porque los virus no se eliminan por completo. Por lo tanto, usado junto con la desinfección química se combinan las ventajas de ambos métodos para compensar sus desventajas. La obstrucción es un problema frecuente. No aumente la presión para filtrar el agua! Esto puede presionar los gérmenes a través del sistema y contaminar el agua. En todo caso limpie la superficie de cerámica! Esto debe ser realizado solamente por personas entrenadas en el uso de este sistema. Se debe eliminar la primera taza de agua filtrada después de que el sistema se haya limpiado.
- **Observaciones adicionales:** Un simple filtro de café debería eliminar huevos y larvas de varios parásitos. Por lo tanto, una combinación de un filtro de café y cloro (que no inactiva estos gérmenes, pero sí las bacterias y los virus) es un método muy práctico para producir agua potable en la montaña. Si se filtra agua clara, se puede usar un sistema de filtro sin hacer un cepillado de la superficie cerámica. Si no hay agua limpia disponible, es útil dejar reposar el agua en un cubo antes de filtrarla para que sedimenten la mayoría de partículas. Cualquier sistema de filtro sin carbón no eliminará las sustancias disueltas (incluso en un filtro con carbón el efecto es cuestionable y no hay datos disponibles). Evite el agua que pueda estar contaminada por la industria (antiguas minas en las montañas) o la agricultura (plaguicidas) cuando la aproximación a la montaña pasa por tierras de cultivo.

Desinfección improvisada del agua

Los montañeros o senderistas pueden enfrentarse a situaciones en las que se hayan agotado los desinfectantes, o los filtros de cerámica se hayan roto. Entonces se tienen que improvisar métodos de desinfección del agua, si las circunstancias lo permiten. **Nota:** Cualquier improvisación en el proceso de desinfección del agua se debe utilizar sólo en caso de que los métodos habituales no estén disponibles ("situación de supervivencia"). Cabe señalar que estos métodos no producen agua potable, pero al disminuir el número de gérmenes disminuyen significativamente el riesgo de enfermedades transmitidas por el agua.

- **Arena**

- **Principios:** Este método de filtro simple elimina de forma efectiva los gérmenes más grandes, como los quistes de *Giardia*, huevos o larvas de varios parásitos (helmintos). Debería ser (relativamente) eficaz contra *Vibrio cholerae*, ya que este germen tiende a aglutinarse con material orgánico. No elimina otras bacterias ni virus.
- **Procedimiento:** Hacer un agujero muy pequeño (4-5 mm de diámetro) en el fondo de un recipiente (bolsa plástico, cubo ...), y llenarlo de arena fina.
- **Ventajas:** Método simple y fácil, se puede utilizar para grandes cantidades de agua (por ejemplo, para grupos).
- **Desventajas:** Debido a las diversas variables involucradas en este método de supervivencia su uso no tiene una eficacia global; en comparación con filtro de carbón (véase más adelante) un filtro de arena pura es menos eficaz.
- **Observaciones adicionales:** Cuánto más fina sea la arena, más pequeño el agujero, y menor el caudal de agua mejor será el efecto de la filtración. Si es posible, los filtros de arena, así como cualquier otro método que se describa a continuación, se deben combinar con la desinfección química.

- **Carbón vegetal**

- **Principios:** Consulte la sección "Arena". Otras ventajas: reducción de la contaminación química, de las bacterias y (menos efectivo) de los virus por el efecto adhesivo de la superficie del carbón vegetal.
- **Procedimiento:** Llenar un recipiente (bolsa de plástico, cubo ...) con carbón vegetal obtenido a partir de un fuego normal y posteriormente chafado. Se realiza un agujero pequeño (alrededor de 4-5 mm de diámetro) en el fondo del recipiente y se llena de agua y ésta sale después de ser filtrada por el efecto adhesivo del carbón vegetal. Cuanto más pequeño es el agujero y menor es el flujo, mejor es el efecto de la filtración.
- **Ventajas:** Método fácil y simple, se puede utilizar para grandes cantidades de agua (por ejemplo, para grupos).
- **Desventajas:** Como se ha mencionado para los filtros de arena pura no da una eficacia general.
- **Observaciones adicionales:** Si se colocan algunos guijarros pequeños en la capa inferior del contenedor seguida por una capa de arena fina, se evitará que en el agua filtrada haya trozos de carbón. Si se coloca una capa de arena fina seguida de una capa de guijarros en la parte superior se evitará que el carbón "flote" cuando se añade agua

al recipiente. Para proporcionar la mejor seguridad posible, el carbón debe ser sustituido cada cuatro días.

- **Filtro de carbón-arena optimizado**

- **Principios:** Filtro que combina arena y carbón.
- **Procedimiento:** Varias capas combinan su efecto de filtro y evitan que el carbón flote. El sistema se muestra en la Figura 1.
- **Ventajas:** En comparación con la arena pura o el filtro de carbón la combinación de ambos mejora la eficacia y seguridad. Método fácil y simple, se puede utilizar para grandes cantidades de agua (por ejemplo, para grupos).
- **Desventajas:** Como se mencionó anteriormente no da una eficacia global.
- **Observaciones adicionales:** El sistema también se puede utilizar para la pre-filtración de agua fangosa para evitar enturbiar los filtros de cerámica (ver arriba). Como se ha mencionado para la filtración de carbón puro el sistema debe ser sustituido cada cuatro días para mantener el procedimiento lo más seguro posible.

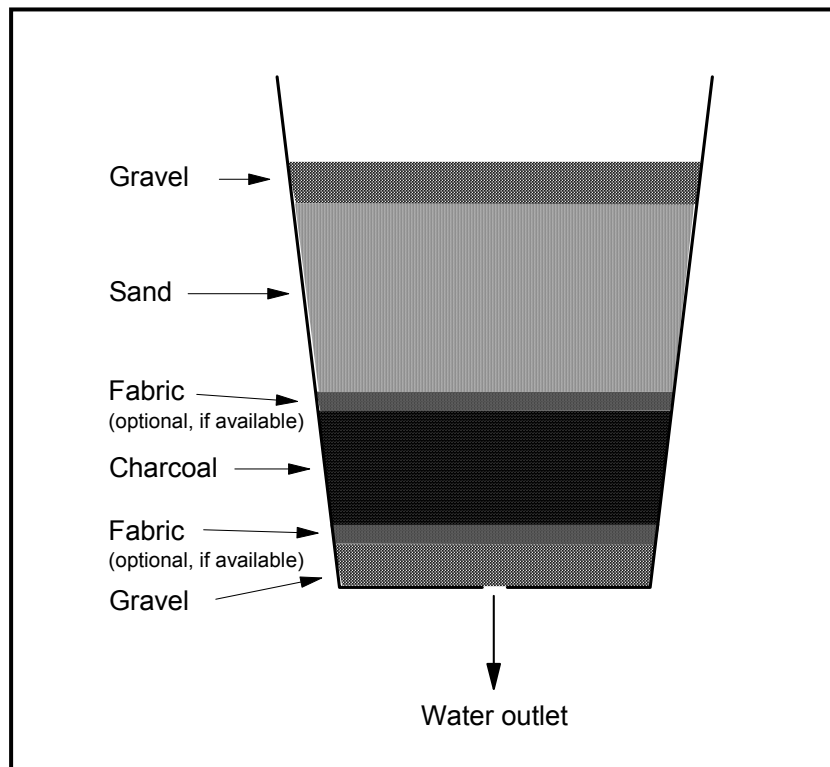


Figura 1:
Filtro optimizado con capas de carbón-arena

- **Filtros textiles (“Filtros Sari”)**

- **Principios:** El procedimiento elimina efectivamente gérmenes grandes, como los quistes de *Giardia*, huevos o larvas de varios parásitos (helminthos). Ha demostrado ser eficaz contra *Vibrio cholerae* ya que este germen tiende a aglomerarse con material orgánico y los aglomerados exceden el diámetro crítico de los poros de la ropa.
- **Procedimiento:** el agua se filtra a través de varias capas de material textil de tejido tupido.
- **Ventajas:** Método sencillo. Puede ser utilizado para filtrar grandes cantidades de agua (por ejemplo, para grupos).
- **Desventajas:** Como se ha mencionado para los filtros de arena este sistema no da eficacia general. Para *V. cholerae* se ha descrito una reducción de un 99% de los gérmenes.
- **Observaciones adicionales:** Cuanto más tupido sea el tejido mejor será el efecto de filtro. Por lo tanto los tejidos más antiguos, que son más tupidos, son más eficaces que los nuevos. El procedimiento es de especial importancia en proyectos comunitarios de salud en países en desarrollo.

Métodos insuficientes

- El **permanganato de potasio** (KMnO_4), no se puede utilizar para potabilizar agua ni alimentos. Si se usa en concentraciones que no cambien el sabor del producto, su efecto desinfectante no es suficiente; por eso no se puede recomendar. Un efecto adverso adicional es que tiñe la lengua y los dientes de color marrón.
- El **peróxido de hidrógeno** (H_2O_2) es eficaz contra las bacterias. Pero es muy inestable y se desintegra rápidamente. Por lo tanto no se pueden garantizar concentraciones adecuadas cuando se usa en la montaña. El peróxido de hidrógeno no es efectivo contra los virus y se desconoce su potencial contra los protozoos.

Conservación del agua potable

El agua almacenada se puede contaminar de nuevo si se almacena durante horas o días (dependiendo de la temperatura) y no existe desinfectante residual. Por lo tanto es recomendable usar un método de conservación. Los **iones de plata**, que inactivan algunas bacterias pero que tienen la ventaja especial de bloquear el crecimiento de éstas, preservan el agua limpia durante un máximo de 6 meses. En comparación con los iones de plata, la cloración es menos estable y su efecto es mucho más corto (1-2 días, dependiendo de la temperatura). Por supuesto, usar

recipientes limpios es un requisito previo. Muchos productos disponibles en el mercado contienen hipoclorito y plata, y por lo tanto, son eficaces ante cualquier problema de agua en las montañas, a excepción de los quistes y huevos de parásitos, que pueden ser fácilmente filtrados (véase más arriba)

Recomendaciones especiales para expediciones comerciales o grupos guiados

Mientras que los montañeros son responsables de sí mismos, cualquier organización que ofrezca ascensiones a montañas, trekkings o expediciones, tiene una responsabilidad especial con sus clientes. Esta responsabilidad está definida por ley. Los siguientes principios se basan en la legislación europea, pero otros países tienen regulaciones similares o casi idénticas.

En el caso de trekkings, ascensiones o expediciones comerciales la potabilización del agua es responsabilidad de la empresa organizadora. Esta responsabilidad está estrictamente definida por ley. Tiene que ser parte integral del concepto de seguridad de la organización, por ejemplo, como procedimiento de operación estándar (SOP). Las normas más importantes que la organización debe conocer y respetar son las siguientes:

- El agua que se destinará al uso humano no debe contener gérmenes patológicos en concentraciones altas, porque podría provocar un deterioro de la salud humana.
- El agua que no cumple los criterios de calidad de agua potable debe ser procesada hasta que cumpla estos criterios.
- La ley prohíbe y puede procesar a los individuos que potabilizan agua para otras personas de manera que pueda dañarse la salud humana. Cualquier empresario o propietario de una instalación de suministro de agua que abastezca de agua potable a otros y que no cumpla con los criterios de calidad, puede ser procesado y condenado a prisión por un plazo de hasta dos años o multado de acuerdo con las leyes del país. Cualquier empresario o propietario de una instalación de suministro de agua puede ser procesado si añade aditivos como el cloro por encima de la concentración señalada por la ley. **Nota:** A diferencia de los reglamentos EE.UU. está prohibido por la legislación europea añadir yodo al agua que se utiliza para beber!
- La "instalación de suministro de agua" en el sentido legal es cualquier aparato o procedimiento del que se obtiene agua potable, incluyendo cualquier sistema de punto de uso, por ejemplo, cualquier sistema utilizado durante el viaje.

Resumen de los diferentes procedimientos

PROCEDIMIENTO DE DESINFECCIÓN	SEGURIDAD FRENTE A				COMENTARIOS
	VIRUS	BACTERIAS	QUISTES (<i>Giardia</i> , amebas) y HUEVOS DE HELMINTOS	CRYPTOSPORIDIUM	
Ebullición	+ ¹	+	+	+	Consumo combustible/Deforestación
Desinfección química ⁶	+	+	(+)	+ ²	Puede ser crítica si el agua esta muy fría o contiene sustancias orgánicas ⁷
Filtro de cerámica	(+) ³	+	+	+ ⁴	Deficiencias específicas/limitaciones
Desinfección química + filtro cerámica	+	+	+	+ ^{2,4}	Único sistema absolutamente seguro en gran altitud
Filtro de arena	-	(+) ³	(+) ⁵	n.d.	Necesarios arena fina y flujo de filtración lento
Filtro de carbón	-	(+) ³	(+) ⁵	n.d.	Necesario un flujo lento
Filtro de arena+carbón	-	(+) ³	(+) ⁵	n.d.	Necesarios arena fina y flujo de filtración lento
Filtro textil	-	(+) ³	(+) ⁵	n.d.	Mejor efecto con tejidos tupidos

(+: seguro; (+): seguro con algunas limitaciones, ver notas; -: no seguro; n.d.: no hay datos conocidos)

Notas:

1: No inactiva completamente el virus de la Hepatitis A pero el procedimiento es seguro para montañeros vacunados este virus (para más detalles ver el texto)

2: es necesaria una concentración alta constante

3: no seguro, pero reduce la concentración de gérmenes

4: es necesario un tamaño del poro < 1µm

5: "casi seguro" (100% de eliminación de gérmenes, pero no se puede garantizar la eliminación total de quistes y huevos)

6: con hipoclorito sódico

7: Es necesario esperar más tiempo para la desinfección o más concentración de desinfectante (para más detalles véase el texto)

Miembros de la Comisión Médica de la UIAA

C. Angelini (Italia), B. Basnyat (Nepal), J. Bogg (Suecia), A.R. Chioconi (Argentina), S. Ferrandis (España, traducción), U. Gieseler (Alemania), U. Hefti (Suiza), D. Hillebrandt (Reino Unido), J. Holmgren (Suecia), M. Horii (Japón), D. Jean (Francia), A. Koukoutsis (Grecia), J. Kubalova (República Checa), T. Kuepper (Alemania), H. Meijer (Holanda), J. Milledge (Reino Unido), A. Morrison (Reino Unido), H. Mosaedian (Irán), S. Omori (Japón), I. Rotman (República Checa), V. Schoeffl (Alemania), J. Shahbazi (Irán), J. Windsor (Reino Unido)

Historia de esta recomendación:

Dado que muchos alpinistas tienen deficiencias en sus conocimientos sobre este tema o han expresado su deseo de aprender más, la Comisión Médica de la UIAA decidió establecer una recomendación especial sobre este tema en la reunión en Snowdonia en 2006. La versión presentada aquí fue aprobada en la Reunión de la Comisión Médica de la UIAA en Adršpach - Zdoňov / República Checa en 2008.