Universidad Zaragoza
1542

Trabajo Fin de Grado

Estudio de los cambios corporales en períodos de instrucción continuada y de la preparación física orientada a tales períodos

Autor/es

Alfonso López Santiago

Director/es

Alba María Gómez Cabello
Cap. Ignacio Rodríguez Vecilla

Centro Universitario de la Defensa-Academia General Militar

Año 2014

Índice

1. Introducción 2
2. Objetivos 3
3. Material y métodos 4
3.1 Estudio de la población 4
3.2 Evaluación de la composición corporal 5
3.2.1 Altura 5
3.2.2 Impedancia bio-eléctrica 5
3.3 Condiciones del período de instrucción 6
3.3.1 Climatología 6
3.3.2 Actividad 7
3.3.3 Alimentación 8
3.3.4 Limitaciones 9
3.4 Estadística 10
4. Resultados 11
4.1 Pruebas de composición corporal 11
5. Conclusiones y discusión 15
6. Propuesta de entrenamiento adecuado 17
7. Resumen 19
8. Bibliografía 20
ANEXOS 22

Repositorio de la Universidad de Zaragoza – Zaguan http://zaguan.unizar.es

1. Introducción

Los períodos de instrucción continuada y de maniobras militares en el ámbito de las Fuerzas Armadas (FAS) y del Ejército de Tierra, y más en concreto los llevados a cabo por los Cadetes de primer curso de la Academia General Militar (AGM) de Zaragoza, conllevan un esfuerzo físico y psicológico superior al requerido por las tareas habituales cuarteleras características del día a día en una compañía de Cadetes de primero, y superior también al habitual de la vida de un joven común en la sociedad actual.

Las actividades académicas del plan de estudios correspondientes a las clases magistrales, prácticas de asignaturas tanto de la parte militar como de la titulación de grado, así como el elevado número de horas de estudio propio del alumno requeridas, entre otras, suponen una gran diferencia con el día a día de las unidades de la Fuerza del Ejército, que son las que realizan actividades similares durante dichos períodos de instrucción continuada, con alguna excepción (Mando de Operaciones Especiales, unidades de montaña, unidades paracaidistas…) en la que dicha instrucción requiere un mayor esfuerzo.

Es habitual que tras estos períodos muchos Cadetes experimenten por un lado cambios en su peso corporal, ya sean detectados mediante un instrumento de medida como una báscula, o sentidos en sus tareas diarias habituales o incluso en la talla de su ropa, y por otro lado mejoras en su resistencia a la fatiga y mejoras en la fortaleza de algunas partes de su cuerpo. Estas apreciaciones son en su gran mayoría subjetivas, y no son fiables. Es por ello que medir de forma controlada los cambios que ocurran durante este período resulta de interés para conocer el estado físico real de los Cadetes, y si sus apreciaciones tienen una base real o se fundamentan en ideas preconcebidas.

Son numerosos los estudios que afirman que la mejora de la composición corporal derivada de la actividad física es beneficiosa. Por un lado, para el rendimiento físico (1), especialmente en lo que respecta al rendimiento aeróbico, gracias tanto a la reducción de peso como a la mejora muscular y de la capacidad cardiorrespiratoria. Y por otro lado, para la reducción de riesgos de salud debidos al exceso de grasa, especialmente de grasa visceral (2, 3), como son las enfermedades cardiovasculares o la diabetes. Teniendo en cuenta el actual problema de salud causado por el sobrepeso, cada vez más presente en la sociedad, las tareas propias de la instrucción militar proporcionan una actividad física que aparentemente debería ser beneficiosa para mejorar estos aspectos de nuestra vida y nuestra condición física, especialmente en la población joven. Sería de utilidad conocer el grado en que se producen los cambios de composición corporal durante el desarrollo de actividades militares de forma continuada y comprobar si se tratan de unas actividades efectivas para la salud o por el contrario no suponen ningún beneficio para los militares.

Los resultados del estudio realizado en este Trabajo Fin de Grado (TFG) los presentamos en formato de poster (anexo A) en el congreso de la Sociedad Internacional para el avance de la cineantropometría (ISAK), celebrado en la Universidad Católica de Murcia (UCAM) el viernes 11 de julio de 2014. La aceptación de este trabajo en este congreso pone de manifiesto el interés que despiertan este tipo de estudios en poblaciones militares, más si cabe en el

Repositorio de la Universidad de Zaragoza – Zaguan http://zaguan.unizar.es

Ejército español, del cual nosotros no tenemos conocimiento de la existencia de trabajos anteriores.

Sin embargo, la realización de este tipo de trabajos requiere un tiempo que debido a los planes de instrucción o de estudios (en el caso de la AGM) es escaso y difícil de obtener. Estas razones, sumadas al escaso conocimiento sobre estudios científicos como el realizado en este TFG hacen que sea necesario un esfuerzo extra para facilitar su realización, ya sea otorgando ventanas horarias específicas o empleando alguna de las horas dedicadas a la formación física diaria. Es por ello necesario progresar en este ámbito con el fin de extender entre los Oficiales y Suboficiales la importancia que tiene la identificación y comprensión de las consecuencias reales de la realización de períodos de maniobras continuadas en el cuerpo de los militares.

2. Objetivos

Se trata, dentro de nuestro conocimiento, del primer estudio de este tipo realizado en las FAS españolas. Aunque sí existen estudios parecidos en Ejércitos de otros países (4), ninguno trata este aspecto en concreto. Por tanto, los objetivos de este TFG fueron:

1) Conocer los cambios que se producen en la composición corporal (peso, masa grasa, masa magra…) de los Cadetes de primer curso durante un período de maniobras militares.

2) Proponer las bases de un entrenamiento orientado a preparar su cuerpo a estos períodos de instrucción continuada, con el objetivo de favorecer su rendimiento.

En este proyecto daremos una explicación a los resultados obtenidos en las pruebas que posteriormente se explicarán, apoyando dichos resultados y explicaciones en otros artículos científicos existentes encaminados a dar respuesta a cuestiones similares o cercanas a las presentes.

Decidimos realizar finalmente este TFG debido al interés personal de conocer lo que en él se desarrolla y el por qué de que suceda, es decir, conocer los cambios corporales que sufren los Cadetes en períodos de instrucción y las razones por las que ocurren, impulsado además por la falta de estudios en nuestro Ejército, en lo que a mi conocimiento respecta, del tema en cuestión tratado. Opino que además de por mi interés personal en la materia, es útil realizar este tipo de estudios para conocer y entender los cambios en la composición corporal que sufren los militares en maniobras, para de este modo poder predecir en parte las consecuencias de un período prolongado de operaciones, y contrarrestarlas de ser necesario.

Esperaría conseguir además con este trabajo crear cierto interés en los mandos militares sobre este tipo de estudios, ya que pueden proporcionar información importante sobre la efectividad del adiestramiento y alimentación en comparación con la realidad de los despliegues en operaciones y también permiten obtener ideas de qué aspectos mejorar para conservar la máxima eficiencia de los combatientes.

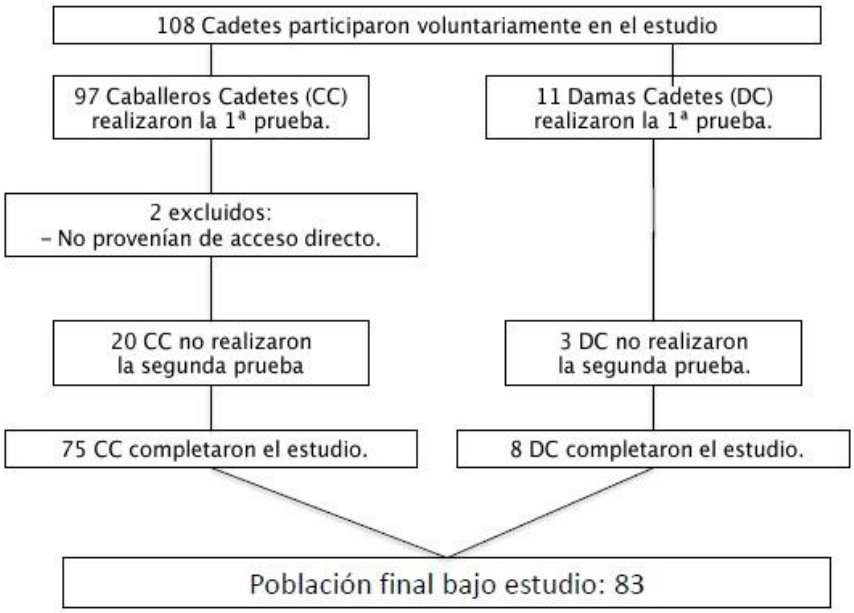
Repositorio de la Universidad de Zaragoza – Zaguan http://zaguan.unizar.es

3. Material y métodos

3.1 Estudio de la población

Las pruebas de composición corporal fueron llevadas a cabo en Caballeros y Damas Cadetes de primer curso voluntariamente presentados para participar en ellas los días 18 de enero y 19 de febrero de 2014. En la prueba del día 18 de enero se presentaron 108 Cadetes, de los cuales 11 fueron mujeres. Para la segunda prueba, realizada el día 19 de febrero se presentaron 85 Cadetes, entre ellos 8 mujeres. De los 77 varones se eliminaron dos casos ya que incumplían la condición de que los participantes fueran Cadetes de primer curso de acceso directo (provenientes de la vida civil) (Figura 1).

Figura 1. Diagrama de la muestra de estudio



La población final bajo estudio fueron 83 Cadetes con edades comprendidas entre los 18 y los 22 años, ya que se decide eliminar a aquellas personas que no realizaron la segunda prueba, por falta de datos. Tras la división por género, en el estudio participaron un total de 75 varones con una edad media de 18,7±0,8 años y 8 mujeres con una edad media de 18,6±0,5 años.

El rango de edad de los participantes, así como el tipo de alimentación y las actividades realizadas, correspondientes al régimen de vida interna propio de la AGM, hacen que la muestra sea relativamente homogénea. Se eligió una población dentro del primer curso de la AGM ya que es el más homogéneo en la academia, debido a que la juventud de los alumnos unido a las exigencias de esfuerzo y horario característicos del primer curso hacen que sean pocos los casos en que los participantes realicen un entrenamiento muy concreto o se esfuercen en mantener ciertos hábitos alimentarios (suplementación, régimen, etc…). Además, por ser el primer curso, sus actividades están más controladas y restringidas, así como su alimentación. De este modo se obtiene mayor control sobre esas variables.

Repositorio de la Universidad de Zaragoza – Zaguan http://zaguan.unizar.es

3.2 Evaluación de la composición corporal

3.2.1 Altura

La altura de cada sujeto la medimos en el momento anterior a la realización de la prueba de composición corporal con un estadiómetro portátil de una altura máxima de 2.10 m y un margen de error de 0.001 m.

3.2.2 Impedancia bio-eléctrica

El aparato de medición utilizado para realizar las pruebas de composición corporal a los Cadetes fue la Tanita BC-418. Este aparato mide el peso corporal y además emplea el método de impedancia bio-eléctrica (BIA) para determinar el porcentaje de masa grasa (PMG), masa grasa (MG), masa libre de grasa (MLG) y la masa muscular predicha (MMP) en base a los datos obtenidos mediante el método de referencia, absorciometría fotónica dual de rayos X (DXA).

La Tanita emplea una fuente de corriente eléctrica constante, que circulará por las piernas, el tronco y los brazos, dependiendo de la parte del cuerpo que esté siendo analizada. Usando el método BIA se calcula la impedancia bio-eléctrica del cuerpo. Esto es debido a que la grasa de nuestro organismo presenta una resistencia importante al paso de la corriente eléctrica, mientras que dicha corriente se transmitirá con facilidad por el agua, encontrada en gran parte en los músculos o masa libre de grasa. Mediante la mayor o menor resistencia encontrada por la corriente a su paso por el cuerpo, la máquina estimará el agua corporal y deducirá el porcentaje de grasa y las cantidades de masa grasa y magra. Con esta máquina se pueden saber de forma diferenciada los datos de: cuerpo entero, brazos izquierdo y derecho por separado, piernas izquierda y derecha por separado y tronco.

La fiabilidad del método BIA para el cálculo de la composición corporal es elevada ya que mediante diferentes pruebas y estudios está comprobada la correlación existente entre los resultados obtenidos mediante este método y los obtenidos mediante el método de referencia citado anteriormente (DXA) (5).

Para su empleo, se deben establecer unas opciones previas a la medición: si la persona es de constitución estándar o atlética, su edad, altura y sexo. En base a estos parámetros y a la resistencia obtenida por el cuerpo al paso de la corriente, el aparato utiliza unas fórmulas para el cálculo de las diferentes variables de composición corporal. El peso lo calculará la propia máquina. Además debe añadirse un peso a restar, para eliminar el extra que aporta la ropa que vista el individuo en el momento de la prueba. Como los Cadetes debían presentarse para la prueba con ropa de deporte, el peso que restamos fue de 0,2kg o 0,4kg en función de la ropa de deporte que llevaran puesta (pantalón corto o largo, respectivamente).

Para el desarrollo de las pruebas, empleamos el programa informático Suite Biológica, diseñado para ser usado con esta máquina, entre otras, de modo que introducimos los datos en un ordenador portátil, el cual conectado a la máquina mediante un cable transmitía la información necesaria. Los datos fueron introducidos estableciendo para todos los sujetos una constitución atlética, debido a que el manual de la Tanita indica que debe hacerse dicha

Repositorio de la Universidad de Zaragoza – Zaguan http://zaguan.unizar.es

elección si se realiza al menos 1 hora de actividad física moderada-vigorosa, 3 días a la semana. Este programa informático permitió realizar las pruebas de forma más rápida, creándose unos perfiles individuales con el nombre de cada Cadete que serían empleados en la segunda prueba, no teniendo que introducir de nuevo los datos previos. El resultado de las mediciones forma un archivo que para poder ser utilizado con comodidad convertimos a formato Excel y ordenamos para una mejor comprensión de todos los datos. Además, tras cada prueba la Tanita imprimió un papel con los mismos datos que la hoja de resultados, el cual fue entregado a los Cadetes, a quienes se les fue explicando el significado de los diferentes números y cómo entender los resultados. Utilizando los valores de referencia que se muestran en el anexo B, se informó también a los Cadetes de su estado corporal en base a su porcentaje de grasa corporal (bajo en grasa, saludable, alto en grasa u obesidad).

Dicha hoja de resultados recoge además de los datos anteriores: impedancia, porcentaje de masa grasa, cantidad de masa grasa (kg), cantidad de masa libre de grasa (kg), cantidad de agua (ACT) (kg), masa muscular predicha (kg), metabolismo basal (MB) (Kcal/día), el cual es la energía gastada por el cuerpo por el mero hecho de vivir una persona sin realizar ninguna otra actividad, y por último el índice de masa corporal (IMC) (kg/m^2), entendido como la división del peso corporal por la altura al cuadrado.

Con Suite Biológica se pueden obtener además los perfiles de composición corporal de cada individuo con otros formatos, como el que se muestra en el anexo C.

3.3 Condiciones del período de instrucción

A continuación se realiza un breve análisis de algunas de las condiciones existentes durante el periodo de instrucción, como son la climatología, actividad o alimentación, las cuales podrían afectar a los sujetos participantes de las pruebas de composición corporal.

3.3.1 Climatología

Llevamos a cabo las pruebas de composición corporal los días 18 de enero y 19 de febrero de 2014. Una se realizó antes y otra después del período de instrucción de febrero realizado por los Cadetes de primer curso en la AGM entre los días 3 y 17 de febrero. A lo largo de este periodo, una parte del tiempo pernoctaron en sus camaretas y otra parte no. En concreto, entre los días 7 y 14 de febrero permanecieron en un campamento en el campo de maniobras de San Gregorio, realizando unas maniobras alfa.

Debido a las fechas en que tiene lugar dicho período, las condiciones climáticas son características del invierno en Zaragoza. Estas fueron de forma general unas bajas temperaturas, viento frío, escasas precipitaciones y alta humedad, por lo que el gasto energético diario de los Cadetes no fue sólo debido a la actividad física derivada de las diferentes actividades realizadas, sino también a la necesidad corporal de soportar estas condiciones (6, 7), evitado únicamente en aquellas ocasiones en que se ocupen zonas aclimatadas, o en todo caso, a cubierto de las inclemencias del tiempo.

Repositorio de la Universidad de Zaragoza – Zaguan http://zaguan.unizar.es

Principalmente, el gasto calórico extra debido al frío se producirá durante los 8 días de maniobras alfa en los que se pasa la jornada completa en el campo de maniobras, ya que el único momento en que el cuerpo llega a entrar en calor es al introducirse en el saco de dormir, lo cual se produce durante escaso tiempo. En dichos días la temperatura no fue excesivamente baja, siendo los mínimos de 0ºC hasta 7ºC (8), pero con un viento máximo de 22km/h en el día de menor intensidad, lo que hace que la sensación térmica sea considerablemente inferior, tal y como se puede observar en la tabla de Windchill (anexo D). En concreto, las condiciones meteorológicas para cada día de maniobras alfa se muestran en el anexo E. Pa ello se usaron los datos recogidos por la estación climática de Zaragoza – El Zorongo por su proximidad con el campo de maniobras.

El aumento en el consumo energético diario provocado por las condiciones climáticas adversas del invierno no se tendría en cuenta en caso de que la instrucción se realizase en unas fechas con climas menos fríos y más confortables para la realización de actividades y la vida a la intemperie.

3.3.2 Actividad

En estos períodos de instrucción continuada (refiriéndonos siempre a la que se lleva a cabo en la AGM, puesto que será diferente en otras unidades), los Cadetes realizan una serie de actividades específicas siguiendo el plan de estudios que corresponda. Las actividades comienzan pronto por la mañana, a las 06:30 o 07:00, y terminan a las 20:00, a las 24:00 o continúan durante la madrugada. Los ratos de descanso son escasos, especialmente los días de maniobras alfa, así como el tiempo de sueño, siendo este esencial para descansar la mente y reparar el cuerpo.

A continuación, se muestra un ejemplo de un día estándar de las maniobras alfa:

07:00. Diana.
07:30. Desayuno.
08:00. Inicio de actividades.
13:45. Fin de actividades de la mañana
14:00. Comida.
15:45. Inicio de actividades de la tarde.
19:45. Fin de actividades de la tarde.
20:00. Cena.
21:00. Inicio de actividades nocturnas.
24:00. Fin de actividades.

Dichas actividades son propias de la instrucción de unidades de infantería ligera. Consisten principalmente en: marchas con equipo de doble jornada, instrucción individual del combatiente (establecimiento de posiciones defensivas, paso de pista de combate, esgrima de fusil, tablas de combate), recorridos topográficos con equipo de combate, ejercicios de tiro de fusil, ametralladora y lanzagranadas, y prácticas relacionadas con movimientos y despliegues de la escuadra, el pelotón y la sección de infantería ligera, todos ellos con el equipo de combate reglamentario del Ejército.

En todas ellas, los Cadetes deberán transportar un peso mayor que el correspondiente a la ropa de deporte propia de las sesiones de formación física, sesiones que constituyen la mayor parte de la actividad física diaria

Repositorio de la Universidad de Zaragoza – Zaguan http://zaguan.unizar.es

fuera de los períodos de instrucción, en el caso de la AGM. Aproximadamente, el peso estándar del uniforme y botas es de 3,5 kg, el del porta equipo de combate (PECO) con bolsillos es de 5 kg, el fusil de asalto HK-G36E tiene un peso aproximado de 3,5 kg, la mochila de combate con el material necesario pesa alrededor de 9 kg y la de doble jornada unos 15 kg. En total, el peso mínimo será de 21 kg aproximadamente, y el máximo de 27 kg.

Teniendo en cuenta la duración e intensidad de las actividades realizadas en estos periodos de instrucción, el metabolismo utilizado mayoritariamente para la obtención de la energía sería el aeróbico lipídico y glucolítico (empleo de grasas y glucógeno con oxígeno para obtener energía). El porcentaje de empleo de las grasas será mayor cuanto mayor sea la duración del esfuerzo y menor su intensidad, y viceversa en el caso de la utilización de glucógeno. En otras ocasiones se emplean metabolismos anaeróbicos (empleo de depósitos energéticos sin necesidad de oxígeno), debido a actividades especialmente explosivas, como por ejemplo, el asalto a una posición defensiva. Todas ellas en conjunto constituyen una actividad física importante que debido a su continuidad va a ser presuntamente la causante de un fuerte aumento en el gasto energético diario, y por tanto, de un supuesto incremento en la necesidad de aporte de alimentos.

3.3.3 Alimentación

A pesar del presumible incremento en el gasto calórico diario, la alimentación proporcionada a los Cadetes va a ser similar a la obtenida en cualquier otro momento del período académico, ya que esta se basará en tres fuentes: la primera y más importante, la comida proveniente de la cocina de la AGM, ya sea consumida en el comedor o llevada en termos hasta el campamento donde se encuentren los Cadetes en el campo de maniobras. Su aporte calórico no está medido, pero cada ración contiene una cantidad suficiente en términos de saciabilidad; la segunda, que sustituye a la anterior, se trata de bolsas que incluyen embutido, pan, una lata de conserva, un dulce, un refresco, algún caramelo y agua, en su forma más general. En este caso tampoco existen datos acerca de su aporte calórico. Por último, las raciones individuales de combate (RIC) que también sustituyen a la primera, ofrecen un aporte calórico estudiado que en todas ellas deberá ajustarse a la siguiente tabla (9):

Tabla 1: información nutricional de una RIC

Elemento	Cantidad aportada
Energía	14431Kj – 15110Kj
Proteínas	16,10% – 18,95%
Grasas	34,96% – 40,96%
Hidratos de carbono	43,10% – 47,74%

Pero en muchas ocasiones, por sus características, por las condiciones en que se consumen o debido a alguno de los menús que ofrecen, estos alimentos provocan el disgusto del consumidor, provocando que parte de su contenido no sea aprovechado. Por tanto, esto da como resultado que el Cadete reciba un menor aporte energético de la comida correspondiente en comparación con el que en teoría debería ingerir.

Repositorio de la Universidad de Zaragoza – Zaguan http://zaguan.unizar.es

Al no adaptarse la alimentación a una actividad física considerablemente mayor, se provoca que la diferencia entre la cantidad de energía aportada y la cantidad de energía consumida se aleje más de valores positivos y se acerque a valores equivalentes o negativos, lo cual podría conllevar cambios en la composición corporal de los Cadetes (10).

En ocasiones los Cadetes llevan comida propia (lo cual en primer curso no está permitido) aumentando de esta forma el aporte energético obtenido de la alimentación diaria y sufriendo en menor medida la diferencia entre energía gastada y energía aportada. Sí está permitido por otro lado que los Cadetes lleven lo que se conoce como "comida de ataque", consistente en frutos secos, dulces, barritas energéticas y otros productos fácilmente transportables y consumibles en cualquier momento, destinados a reponer de forma rápida una pequeña cantidad de energía y a disminuir la fatiga.

A pesar de esto, su cantidad no será muy grande ni tendrá un gran efecto, el cual se limitará principalmente a la reposición de azúcares y glucógeno, ya que estos son los componentes mayoritarios de dichos productos. Sería de esperar que la MG se viera poco afectada por el aporte energético extra, siendo de hecho la que tiene mayor relevancia en las actividades de baja intensidad y larga duración por su mayor porcentaje de empleo (11).

3.3.4 Limitaciones

Algunas de las limitaciones que encontramos en la realización del estudio fueron las siguientes:

Debido a la necesidad propia de continuar el plan de estudios y por lo tanto de realizar el período de maniobras correspondiente a cuarto curso, coincidente con el de primer curso, no nos fue posible comprobar de forma presencial las actividades y alimentación realizadas por los Cadetes, por lo que a la hora de analizar estos aspectos, nos hemos basado en lo programado para dicho período y no en lo realmente realizado. En cualquier caso, la correlación entre lo programado y lo realizado debería ser, en teoría, muy próxima.

Así mismo, el bajo número de mujeres presentes en la AGM en comparación con el de hombres, limitó su presencia en este estudio.

Por razones ajenas al estudio, sólo fue posible utilizar el método de BIA para analizar la composición corporal. Habría sido adecuado acompañar esta medición con la proporcionada por otro método válido para medición de masa grasa y muscular, como el propio método DXA o la medida de pliegues cutáneos, ya que en algunos casos la cantidad de agua corporal y el bajo porcentaje de grasa corporal pueden causar errores en los cálculos de la máquina, dando lugar a datos erróneos.

Por motivos de horario, las pruebas debieron realizarse dichos días 18 de enero y 19 de febrero. Para mejorar el resultado del estudio habría sido adecuado adelantar la segunda prueba, ya que entre el final de las maniobras y dicha prueba se sucedieron 2 días y un fin de semana en los que el cuerpo de los Cadetes pudo recuperarse adecuadamente con alimentación abundante y descanso suficiente.

Repositorio de la Universidad de Zaragoza – Zaguan http://zaguan.unizar.es

Consideramos otra limitación el hecho de que, aunque los Cadetes no tuvieran permitido llevar comida propia diferente de la comida de ataque mencionada anteriormente, no se pudiera controlar de forma eficaz que realmente no poseían dicha comida, ya que en algunos casos algunos Cadetes confesaron haber llevado más cantidad y de diferente tipo a la permitida.

3.4 Estadística

A la hora de realizar la estadística para obtener los resultados de este estudio, empleamos el programa SPSS 15.0. El nivel de significación que nos indica si los cambios observados en las variables de composición corporal son estadísticamente significativos o no, se estableció en $p<0,05$.

Lo primero que debimos hacer fue juntar en la base de datos del programa de estadística los datos separados de las piernas izquierda y derecha y de los brazos izquierdo y derecho en dos columnas, conteniendo la media de ambos datos como piernas y brazos únicamente.

Después se agrupó la muestra según sexos, para de este modo obtener una tabla para varones y otra para mujeres en cada comparación que se realizase.

A continuación, se realizaron unos estadísticos descriptivos (mínimo, máximo, la media y su desviación típica) para cada variable, separados por sexo, tanto en la primera como la segunda evaluación. Así mismo, para el PMG se realizó un análisis entre el estado inicial de los Cadetes y los resultados de la segunda prueba, con el fin conocer su estado de masa grasa relacionado con la salud así como su evolución, clasificando los porcentajes según la tabla de PMG del anexo B en bajo en grasa, saludable, alto en grasa u obesidad.

Posteriormente se empleó el método de medidas repetidas de anova de dos factores para obtener los cambios producidos en las variables de composición corporal. Así mismo se comprobó la interacción entre las variables de peso, PMG, MG y MLG con el sexo, para comprobar si los cambios en la composición corporal dependen del género y ver si es correcto analizar las variables por sexo de manera conjunta o si esto daría resultados erróneos. Con este cálculo encontramos una interacción entre el peso y el sexo, por la cual debería separarse la muestra por sexos para realizar un estudio adecuado, mientras que para el PMG, MG y MLG no tendría por qué separarse puesto que no se observó ninguna interacción significativa. Sin embargo, dado que las características de composición corporal de hombres y mujeres tienen considerables diferencias, y existiendo la interacción entre peso y sexo, decidimos realizar el análisis de la muestra segmentándola por sexos.

Todas las variables van acompañadas de las unidades en que están expresadas y de su desviación típica (SD) con una única cifra decimal, la cual nos viene fijada por la fiabilidad del estadiómetro portátil, cuya máxima precisión es 1 milímetro, y por los datos de entrada de la máquina de medida de composición corporal Tanita.

Repositorio de la Universidad de Zaragoza – Zaguan http://zaguan.unizar.es

4. Resultados

4.1 Pruebas de composición corporal

A continuación se muestran los resultados de las pruebas en forma de tablas y figuras con el fin de facilitar su comprensión y reducir la extensión de la información. Los datos se acompañan de una leyenda para el adecuado entendimiento de lo que en ellos se expresa.

Tabla 2: estadísticos descriptivos de la 1ª prueba

Sexo	Dato	Mínimo	Máximo	Media	SD
Hombres	Edad (años)	18,0	22,0	18,7	0,8
	Altura (cm)	165,0	192,0	177,7	5,7
	Peso (kg)	55,3	94,1	72,0	7,3
	PMG (%)	2,9	22,8	10,2	3,6
	MG (kg)	2,1	18,9	7,5	3,1
	MLG (kg)	51,7	85,8	64,5	5,8
	MB (Kcal/día)	1547,0	2556,0	1918,1	172,7
	IMC (kg/m²)	19,8	27,1	22,8	1,7
Mujeres	Edad (años)	18,0	19,0	18,6	0,5
	Altura (cm)	161,0	174,0	164,3	4,3
	Peso (kg)	54,0	62,0	58,2	2,7
	PMG (%)	14,5	23,4	19,7	2,6
	MG (kg)	8,6	14,2	11,5	1,7
	MLG (kg)	42,7	50,8	46,7	2,5
	MB (Kcal/día)	1331,0	1542,0	1439,8	64,6
	IMC (kg/m²)	19,6	23,6	21,6	1,5

Tabla 3: estadísticos descriptivos de la 2ª prueba

Sexo	Dato	Mínimo	Máximo	Media	SD
Hombres	Edad (años)	18,0	22,0	18,7	0,8
	Altura (cm)	165,0	192,0	177,7	5,7
	Peso (kg)	56,0	95,1	71,4	6,7
	PMG (%)	2,7	18,2	8,2	3,4
	MG (kg)	1,9	14,8	5,9	2,7
	MLG (kg)	51,3	90,9	65,5	5,9
	MB (Kcal/día)	1539,0	2710,0	1939,0	174,3
	IMC (kg/m²)	20,0	26,5	22,6	1,5
Mujeres	Edad (años)	18,0	19,0	18,6	0,5
	Altura (cm)	161,0	174,0	164,3	4,3
	Peso (kg)	55,0	61,6	58,7	2,5
	PMG (%)	13,5	22,0	17,9	2,7
	MG (kg)	8,2	13,1	10,5	1,7
	MLG (kg)	44,9	52,5	48,2	2,5
	MB (Kcal/día)	1392,0	1586,0	1474,4	64,9
	IMC (kg/m²)	20,0	23,6	21,8	1,3

Repositorio de la Universidad de Zaragoza – Zaguan http://zaguan.unizar.es

Mediante el método medidas repetidas de anova de dos factores se obtuvieron los cambios en las variables de peso, PMG, MG y MLG para el cuerpo entero, los brazos, las piernas y el tronco, que se muestran a continuación:

Tabla 4: cambios en las variables de composición corporal entre la primera y segunda evaluación

	HOMBRES					MUJERES				
	1ª Evaluación		2ªEvaluación			1ª Evaluación		2ªEvaluación		
	Media	SD	Media	SD	P	Media	SD	Media	SD	P
PESO (kg)										
Total	72,0 ± 7,3		71,4 ± 6,7		**<0,001**	58,2 ± 2,7		58,7 ± 2,5		0,124
PMG (%)										
Total	10,2 ± 3,6		8,2 ± 3,4		**<0,001**	19,7 ± 2,6		17,9 ± 2,7		**0,021**
Brazos	9,2 ± 4,1		7,8 ± 2,5		**<0,001**	16,0 ± 2,6		15,3 ± 2,6		0,111
Piernas	9,6 ± 3,5		8,0 ± 2,6		**<0,001**	23,9 ± 3,2		21,7 ± 2,8		**0,013**
Tronco	10,9 ± 4,2		8,7 ± 4,3		**<0,001**	17,5 ± 2,7		15,7 ± 3,0		**0,035**
MG (kg)										
Total	7,5 ± 3,1		5,9 ± 2,7		**<0,001**	11,5 ± 1,7		10,5 ± 1,7		**0,022**
Brazos	0,4 ± 0,2		0,4 ± 0,1		**<0,001**	0,5 ± 0,1		0,4 ± 0,1		**0,049**
Piernas	1,2 ± 0,5		1,0 ± 0,4		**<0,001**	2,6 ± 0,4		2,4 ± 0,4		**0,010**
Tronco	4,3 ± 1,9		3,4 ± 1,8		**<0,001**	5,4 ± 0,9		4,9 ± 0,9		**0,044**
MLG (kg)										
Total	64,5 ± 5,8		65,5 ± 5,9		**<0,001**	46,7 ± 2,5		48,2 ± 2,5		**0,020**
Brazos	3,9 ± 0,5		4,0 ± 0,4		**<0,001**	2,3 ± 0,2		2,4 ± 0,2		0,096
Piernas	11,2 ± 1,0		11,4 ± 0,9		**0,005**	8,3 ± 0,5		8,6 ± 0,4		**0,015**
Tronco	34,3 ± 3,2		34,6 ± 3,3		**<0,001**	25,5 ± 1,3		26,2 ± 1,4		**0,025**

En negrita se muestran los cambios que son significativos estadísticamente.

Leyenda	
PMG	Porcentaje de materia grasa.
MG	Materia grasa.
MLG	Materia libre de grasa.
MB	Metabolismo basal.
IMC	Índice de masa corporal.
P	Significación.

En las siguientes figuras se muestran de forma gráfica los cambios observados en el PMG, MG y MLG, expresados a través de porcentaje. Debe tenerse en cuenta que la significación para el cálculo del peso, PMG de los brazos y MLG de los brazos, todos del sexo femenino, es superior al límite establecido ($p>0,05$) por lo que esta variación no será considerada como significativa. Sin embargo sí es significativo el aumento de MMP en los brazos de las mujeres (datos de MMP no mostrados).

Repositorio de la Universidad de Zaragoza – Zaguan http://zaguan.unizar.es

Figura 2. Porcentaje de cambio del PMG

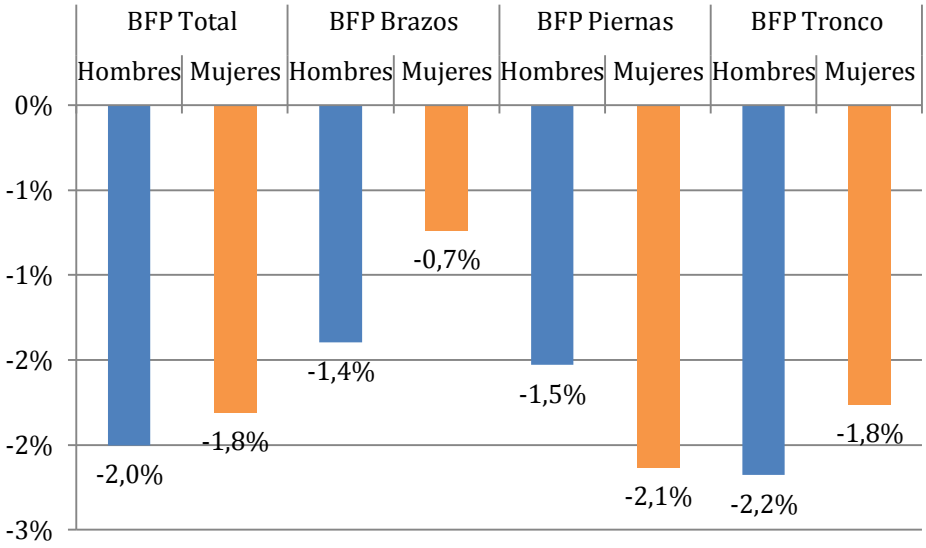
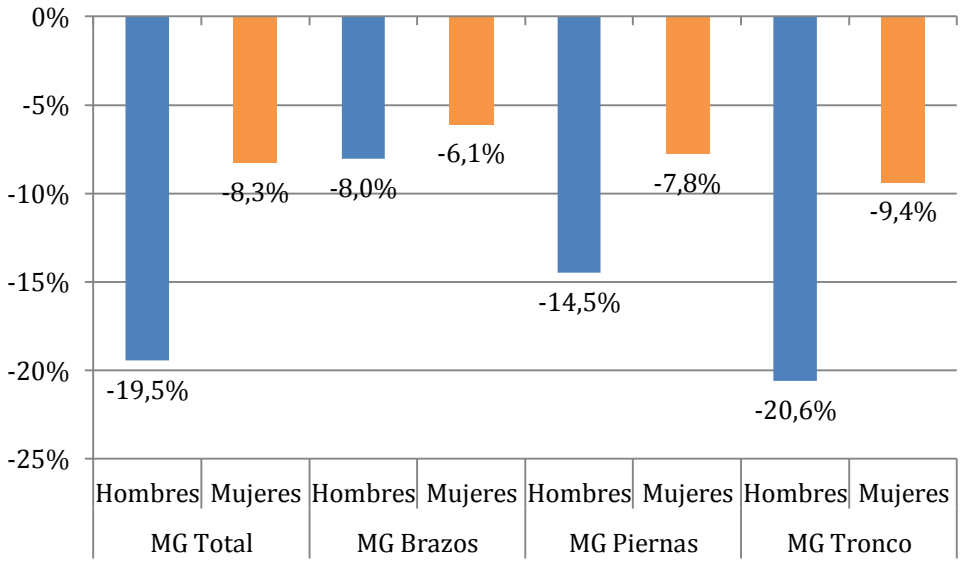


Figura 3. Porcentaje de cambio de MG



Repositorio de la Universidad de Zaragoza – Zaguan http://zaguan.unizar.es

Figura 4. Porcentaje de cambio de la MLG

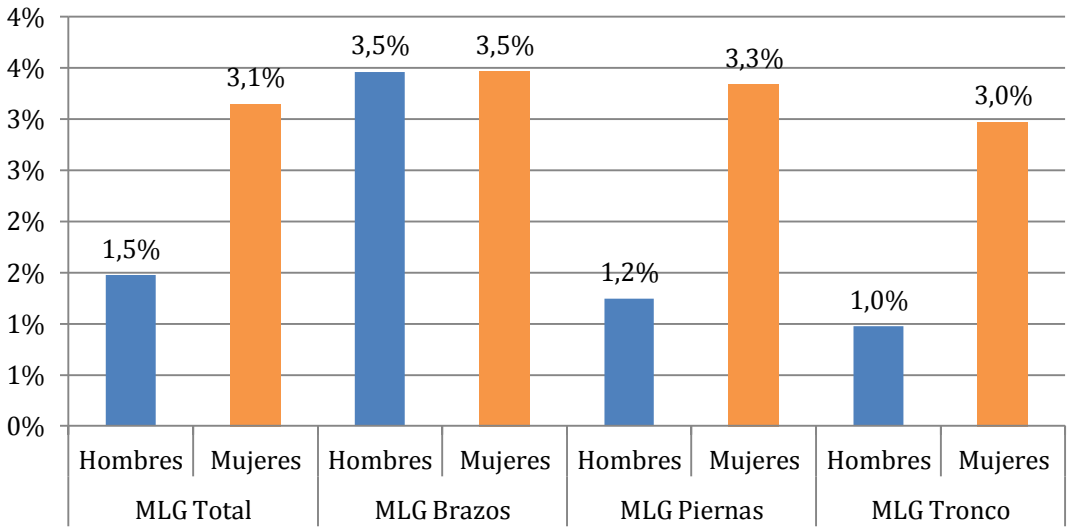
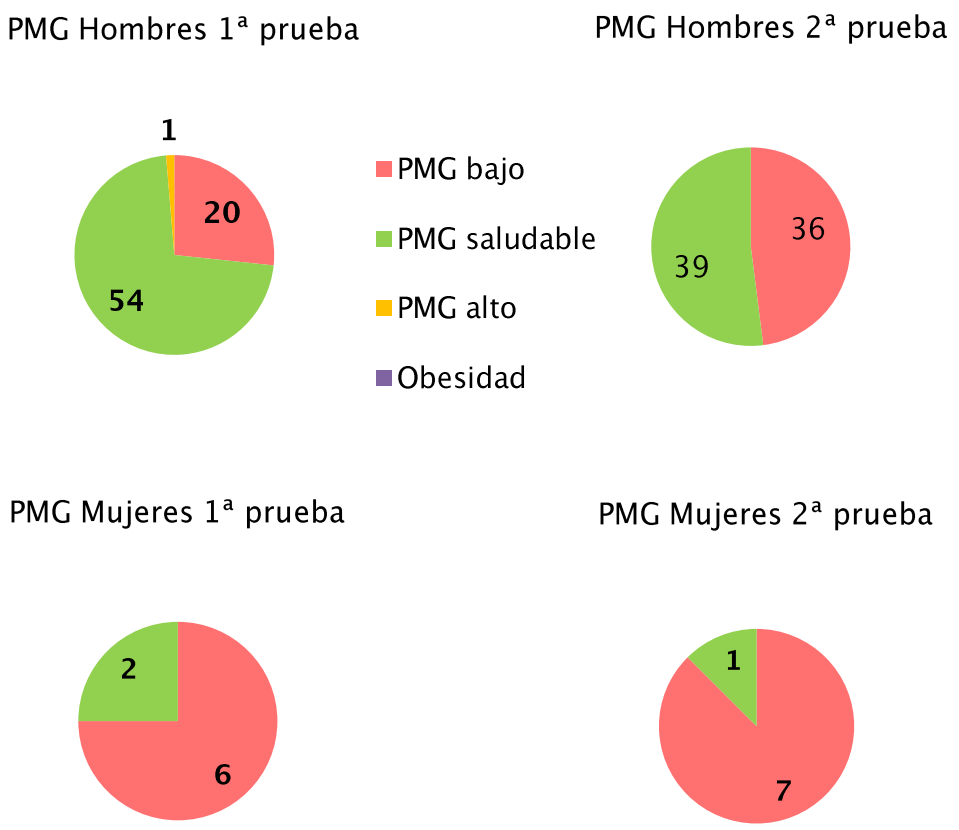


Figura 5. Clasificación de los Cadetes en relación a su PMG. Número de personas por grupo



Repositorio de la Universidad de Zaragoza – Zaguan http://zaguan.unizar.es

5. Conclusiones y discusión

Los principales hallazgos de este estudio fueron los siguientes:

De media, los Caballeros Cadetes disminuyeron su peso de 72 kg a 71,4 kg (tabla 4) (la disminución en las Damas no es significativa). Tanto hombres como mujeres presentaron una disminución de su PMG total del 2% y el 1,8% respectivamente, así como en el PMG de los diferentes segmentos corporales (figura 1) (disminución del PMG de los brazos de las mujeres no significativo).

Hay una disminución importante de la MG en ambos sexos (figura 2) tanto para el global del cuerpo como para cada segmento por separado, siendo más acentuada en la parte del tronco (reducción del 20,6% en hombres y del 9,4% en mujeres).

La MLG aumenta en todos los segmentos tanto en hombres como en mujeres (figura 3), siendo más importante en brazos y piernas. Aunque el aumento en los brazos de las mujeres no es significativo, sí lo es el aumento de la MMP, dato que no se muestra en este informe.

Analizando más en profundidad los resultados, pueden observarse en la figura 1 importantes diferencias en los cambios de PMG, mayor en los hombres en las partes de brazos y tronco, pero mayor en las piernas para las mujeres. Debe tenerse en cuenta que las variaciones de PMG son debidas a reducciones de MG y aumentos de MLG, y a pesar de que los hombres reducen su MG en mayor medida en todos los segmentos (figura 2), el aumento importante de MLG en las piernas de las mujeres provoca un mayor cambio en el PMG (figura 3).

Esta diferencia en las mujeres quizás sea debida a que su menor capacidad física requirió un cambio de adaptación en la musculatura de sus piernas considerablemente mayor al de los hombres, que unido al gasto energético y perdida de MG dan como resultado un cambio de PMG más importante. Aún así, la mayor reducción de PMG por parte de los hombres en los brazos y el tronco pueden ser debidos a que realizasen las actividades de carácter individual a mayor intensidad, y que en aquellas actividades en las que participase una unidad en conjunto, fueran las mujeres las que consumiesen más grasa por deber mantener el ritmo del grupo.

Por otro lado, hay una importante diferencia biológica entre hombres y mujeres en la respuesta hormonal al ejercicio físico (12). Las hormonas que regulan la ingesta de energía y el apetito como respuesta a la actividad física actúan de forma más sólida en las mujeres que en los hombres, de tal manera que incrementando la ingesta de energía en los hombres, la respuesta hormonal es más sutil y el apetito desaparece, mientras que aumentándola en las mujeres, el apetito se mantiene, provocando de este modo una mayor compensación de la energía gastada, la cual pude explicar la menor disminución de MG.

En el momento de la realización de este período de instrucción, los Cadetes habían pasado por más de cinco meses de actividad física importante, por lo que sus cuerpos debían estar adaptados en teoría al ejercicio físico (13). Por tanto, una de las posibles explicaciones a la perdida de MG y el pequeño aumento de MLG que tiene lugar en sus cuerpos será debido al incremento de

Repositorio de la Universidad de Zaragoza – Zaguan http://zaguan.unizar.es

carga que deben soportar, provocado por el equipo militar presente en todas las actividades realizadas. Como puede apreciarse en la figura 3, el porcentaje de aumento de la masa muscular en las mujeres es considerablemente mayor que en los hombres. Esto podría ser debido a que la carga externa que tienen que soportar tanto hombres como mujeres es la misma; sin embargo, las características biológicas de las mujeres, hacen que éstas posean en general una menor fuerza física de forma natural. Por lo tanto, la carga interna que las mujeres experimentan a lo largo de las maniobras alfa, es mayor que la de los hombres, lo que podría traducirse en un mayor cambio de adaptación en su musculatura.

Otra posible razón por la que las mujeres experimentan un aumento de MLG superior a los hombres es que entre el grupo de hombres es habitual realizar horas extra de actividad física en su tiempo libre, con ejercicios tanto aeróbicos como anaeróbicos. Dado que los esfuerzos durante períodos de instrucción no son únicamente de resistencia, dicho grupo podría estar más habituado a ellos y por tanto significarán una carga menor que no va a conducir a un aumento de MLG igual al que se produce en el grupo de mujeres.

En el caso de que la alimentación fuera suficientemente abundante y adecuada, se debería esperar un aumento de peso debido a la ganancia de MLG, disminuyendo la pérdida de MG, ambos observados en este estudio (14). Pero cabe destacar que el uso de bebidas ricas en carbohidratos no sería beneficioso para el mantenimiento del peso y de una dieta equilibrada, ya que provocaría un menor consumo de alimentos de la dieta seguida en favor de dichas bebidas (las bebidas provocarían una disminución del apetito) y por tanto obtendrían una menor cantidad de proteínas, grasas y otros nutrientes presentes en esos alimentos (15).

Como se expuso anteriormente, el PMG de los Cadetes descendió de la primera a la segunda prueba, lo cual puede apreciarse también en la figura 5, con un mayor número de ellos en una situación de bajo PMG y un menor número en un rango de PMG considerado saludable. Así mismo pueden observarse entre los sujetos bajo estudio algunos casos en que el PMG es peligrosamente bajo (datos no mostrados), llegando a un límite en que el cuerpo emplea el catabolismo muscular para producir parte de la energía que necesita para mantener su temperatura o continuar con el esfuerzo físico (16). La situación inicial de estos sujetos ya era de un bajo porcentaje de grasa corporal que unido a la importante actividad física y a la insuficiente alimentación descendió aún más, llegando a límites que deberían ser evitados.

La disminución general en la MG de los Cadetes, y tratándose de personas jóvenes en un estado de forma adecuado, no sólo es efectiva para reducir la obesidad, inexistente en los Cadetes de primer curso (figura 5), sino que es beneficiosa para reducir riesgos cardiovasculares (17), exceptuando aquellos casos en que el PMG ya es excesivamente bajo. Además la disminución de MG es mayor en la parte del tronco, ya sea por el empleo de la grasa abdominal o de la grasa visceral, aunque el esfuerzo es mayor intuitivamente en las extremidades inferiores (18). Se puede concluir por tanto que la MG del tronco será la utilizada de forma primaria para obtener energía, por encima de la grasa situada en las extremidades.

Repositorio de la Universidad de Zaragoza – Zaguan http://zaguan.unizar.es

6. Propuesta de entrenamiento adecuado

En base a los resultados observados en las pruebas de composición corporal y las conclusiones que se extraen de ellos, se puede afirmar que durante los períodos de instrucción continuada, la actividad física requiere de la activación y del esfuerzo del cuerpo por completo, siendo los brazos la zona en la que más aumento de MLG se observa, por lo que será necesario aplicar un tipo de entrenamiento que mejore el rendimiento en conjunto, y que incluya en cierta medida el trabajo con cargas superiores a la del propio peso corporal, ya que ésta es una de las características de la instrucción militar. Es por ello que no será suficiente con aplicar entrenamientos aeróbicos de carrera continua, ya que aunque estos sean los más fáciles y sencillos de realizar, se ha observado que un entrenamiento que combine ejercicios aeróbicos y anaeróbicos proporciona mejores resultados en el rendimiento en carrera (19).

Se deberá hacer un esfuerzo por realizar entrenamientos combinados de resistencia y fuerza que proporcionen no sólo la capacidad de sobrellevar esfuerzos durante un tiempo continuado, tanto del tren inferior como del tren superior, sino la capacidad de trabajar con cierta soltura con cargas superiores a las habituales de los días fuera de períodos de maniobras, que irán desde portar el fusil de asalto a transportar ametralladoras, mochila o picar en el terreno durante horas.

Cabe destacar que la preparación física para superar unas pruebas físicas, como por ejemplo, el test general de la condición física (TGCF) del Ejército de Tierra, consistirá en entrenar aquello que se va a evaluar, que en este ejemplo serían flexiones, abdominales, completar un circuito de agilidad y una carrera de 6km. Si bien esta preparación conseguirá mejorar el estado de forma de quien la lleve a cabo, no va a ser completamente representativa de la instrucción militar de infantería ligera (realizada por el primer curso de la AGM en el período de instrucción escogido), ya que habrá Cadetes que teniendo una buena puntuación en las pruebas físicas, en el momento de portar el equipo de combate poseerán un menor rendimiento debido a la carga extra.

Pero en el ámbito del Ejército, no es suficiente con poseer potencia y resistir altas intensidades en cortas distancias, si no que es necesario poder cubrir largas distancias en el menor tiempo posible y conservar la capacidad operativa en caso de ser necesario realizar una operación tras completar un itinerario.

Un estudio realizado sobre diferentes tipos de entrenamiento en el Ejército estadounidense (20) compara un programa basado en ejercicio aeróbico o de resistencia, sin contener ejercicios anaeróbicos o de fuerza, con otro que se centra en movimientos en múltiples planos en formato de circuito, con diferentes velocidades y cargas progresivas para minimizar las lesiones, intentando simular aquellos movimientos realizados durante situaciones de combate real.

Los resultados mostraron que el programa de entrenamiento basado en potencia, velocidad, agilidad y fuerza era considerablemente mejor que el basado en resistencia, ya que en situaciones de combate es necesario realizar movimientos en diferentes planos (lateral, vertical…) para entrar o salir de posiciones o vehículos, así como soportar cargas debidas al transporte o manipulación de material y munición. Todo ello requiere de la fortaleza de

Repositorio de la Universidad de Zaragoza – Zaguan http://zaguan.unizar.es

músculos y ligamentos para realizar los movimientos en superficies irregulares o inestables.

Teniendo en cuenta estos resultados, así como la necesidad de poseer una resistencia importante para recorrer largas distancias, el entrenamiento más adecuado para preparar el cuerpo a las actividades de la instrucción militar será uno combinado, con un menor número de horas de entrenamiento aeróbico de resistencia en favor del entrenamiento de agilidad, fuerza y potencia, elevando de forma progresiva la intensidad de los ejercicios.

Por ello, una propuesta de entrenamiento para optimizar el desarrollo de los periodos de instrucción continuada en los Cadetes de la AGM es el crossfit, adaptado para incluir sesiones de ejercicio aeróbico. El crossfit consiste en realizar movimientos que combinan cargas corporales y externas, con diferentes distancias y alta velocidad, para de este modo producir una mayor potencia (21). Su método establece una jerarquía según el siguiente orden: nutrición (sienta las bases moleculares para la salud y la aptitud física), gimnasia (capacidad funcional para el control del cuerpo y el rango de movimiento), levantamiento de pesas (habilidad de controlar objetos externos y producir potencia) y deporte (atmósfera competitiva con movimientos más aleatorios y dominio de habilidades). Gracias a estos elementos, se conseguiría mejorar el estado físico de los Cadetes en vistas a la realización de actividades de instrucción, al tiempo que se crea un ambiente de competición que ayudaría a motivar su esfuerzo en las horas de formación física para superarse a sí mismos y a sus compañeros.

Si bien el aspecto alimenticio viene fijado por la AGM, es posible trabajar en las otras variables para conseguir un entrenamiento adecuado. En la actualidad es cada vez más habitual la introducción de alguna sesión de crossfit en la rutina semanal de formación física en la AGM, pero exceptuando esas sesiones, la mayor parte de las clases siguen una rutina de entrenamiento basada en el ejercicio aeróbico. Esto es así debido a que la formación física está enfocada a la superación de las pruebas físicas. Se trata de una asignatura de gran importancia cuya superación significa la obtención de una condición física en teoría suficiente para la realización de períodos de instrucción. A pesar de esto no es la más adecuada debido a las cargas extra que están implicadas en el desarrollo de dichos períodos de instrucción. El empleo de cargas en un entrenamiento, realizando movimientos cotidianos de agilidad o equilibrio en diferentes superficies, lo aproximan más a las actividades habituales realizadas durante un período de instrucción continuada que el empleo de ejercicios aeróbicos tradicionales. Actualmente existen numerosos trabajos y ejemplos sobre el empleo de rutinas de crossfit, cada vez más comunes en los gimnasios y clubes deportivos. Dichas rutinas, adaptadas para incluir más trabajo aeróbico, serían adecuadas para ser empleadas en la AGM, en principio como ensayo para comprobar su efectividad, y quizás como preparación ante unas maniobras próximas.

El hecho de que muchos Ejércitos modernos e incluso diversas unidades de nuestro Ejército empleen el crossfit de manera habitual en sus entrenamientos es una muestra del creciente interés por este tipo de ejercicios y de la cada vez mayor utilidad que se está observando en su empleo como preparación ante actividades de tipo militar.

Repositorio de la Universidad de Zaragoza – Zaguan http://zaguan.unizar.es

7. Resumen

Los períodos de instrucción continuada suponen un cambio en la rutina diaria de los Cadetes y un aumento de su actividad física, cuyas consecuencias sobre la composición corporal tratarán de ser medidas y explicadas en este estudio. La escasa presencia de este tipo de estudios sobre nuestro Ejército supone un aliciente para su realización, añadido al interés de los resultados que de él puedan obtenerse.

Con una muestra inicial de 108 Cadetes (97 hombres y 11 mujeres) realizamos la primera prueba de composición corporal el 18 de enero de 2014, disminuyendo a 85 Cadetes (77 hombres y 8 mujeres) en la segunda prueba el 19 de febrero de 2014. La muestra final bajo estudio fue de 83 Cadetes (75 hombres y 8 mujeres), con 2 hombres eliminados por no provenir de acceso directo. La evaluación de la composición corporal se realizó con un dispositivo Tanita BC418, el cual tras medir el peso de la persona bajo estudio, emplea el método de impedancia bio-eléctrica y diferentes fórmulas para calcular el porcentaje de masa grasa corporal (PMG), la masa grasa (MG), masa libre de grasa (MLG) y masa muscular predicha (MMP). Previo a esta medición determinamos la altura de los Cadetes con un estadiómetro portátil. Durante el período de instrucción que realizaron entre los días 3 y 17 de febrero tuvo lugar una climatología invernal y los Cadetes recibieron una alimentación similar o inferior a otro período del curso. Este período supuso también un aumento importante de su actividad física diaria.

Empleamos los programas Suite Biológica y SPSS para analizar la base de datos obtenida tras las pruebas de composición corporal. Así mismo introdujimos los resultados en un Excel para su mejor comprensión y la realización de gráficas. De este modo se realizaron unos estadísticos descriptivos (mínimo, máximo, la media y su desviación típica), para cada variable, separados por sexo y para ambas evaluaciones. Posteriormente se empleó el método de medidas repetidas de anova de dos factores para obtener los cambios producidos en las variables de composición corporal. Establecimos el nivel de significación que nos indica si los cambios observados son estadísticamente significativos o no en $p<0,05$.

Los resultados que observamos fueron una reducción del PMG en general para todos los Cadetes en todos los segmentos del cuerpo (en los brazos de las mujeres no es significativo, $p>0,05$) derivada de la pérdida de MG, más acentuada en el tronco y la ganancia de MLG, más acentuada en brazos y piernas ($p>0,05$ en los brazos de las mujeres). En los hombres existe una reducción de peso, a diferencia de las mujeres, donde este resultado no es significativo. Estos resultados indican que durante un período de instrucción continuada se produce una actividad física importante en todos los segmentos del cuerpo y que la alimentación proporcionada durante el mismo no es suficiente para mantener un equilibrio energético entre el gasto producido y el aporte obtenido. La menor disminución de MG y mayor aumento de MLG en las mujeres con respecto a los hombres puede ser debido a que su menor capacidad física las conduce a una adaptación mayor de sus músculos al esfuerzo, así como a diferencias fisiológicas en el gasto de los depósitos energéticos y hormonales en la respuesta al esfuerzo. Más estudios en este ámbito en nuestro Ejército serían de utilidad para entender los cambios corporales que experimentan los militares de las diferentes unidades y mejorar la preparación para los mismos.

Repositorio de la Universidad de Zaragoza – Zaguan http://zaguan.unizar.es

8. Bibliografía

1. MIKKOLA I, KEINÄNEN-KIUKAANNIEMI S, JOKELAINEN J, PEITSO A, HÄRKÖNEN P, TIMONEN M, IKÄHEIMO T (2012). *Aerobic performance and body composition changes during military service.* Scand J Prim Health Care 30:95-100.
2. KANNEL WB, CUPPLES LA, RAMASWAMI R, STOKES J, KREGER BE, HIGGINS M (1991). *Regional obesity and risk of cardiovascular disease; the Framingham Study.* J Clin Epidemiol 44:183-90.
3. CHAN JM, RIMM EB, COLDITZ GA, STAMPFER MJ, WILLETT WC (1994). *Obesity, fat distribution, and weight gain as risk factors for clinical diabetes in men.* Diabetes Care 17:961-9.
4. BLACKER SD, HORNER FL, BROWN PI, LINNANE DM, WILKINSON DM, WRIGHT A, BLUCK LJ, RAYSON MP (2011). *Health, fitness, and responses to military training of officer cadets in a Gulf Cooperation Council country.* Mil Med. 176:1376-81.
5. TANITA CORPORATION. *Body composition analyzer BC-418 instruction manual.*
6. O'HARA WJ, ALLEN C, SHEPHARD RJ (1976). *Loss of body fat during an arctic winter expedition.* Can J Physiol Pharmacol 55:1235-41.
7. SEPHARD RJ (1993). *Metabolic adaptations to exercise in the cold. An update.* Sports Med 16:266-89.
8. Mapa de búsqueda de datos climáticos para la zona de Aragón: http://www.meteoclimatic.com/mapinfo/ESARA
9. TINAHONÉS GARCÍA, R (2013). "Nueva alimentación en campaña". Ejército de tierra español, nº 866.
10. HOYT RW, OPSTAD PK, HAUGEN AH, DELANY JP, CYMERMAN A, FRIEDL KE (2006). *Negative energy balance in male and female rangers: effects of 7 d of sustained exercise and food deprivation.* Am J Clin Nutr 83:1068-75.
11. VENABLES MC, ACHTEN J, JEUKENDRUP AE (2004). *Determinants of fat oxidation during exercise in healthy men and women: a cross sectional study.* J Appl Physiol 98:160-7.
12. HAGOBIAN TA, SHAROFF CG, STEPHENS BR, WADE GN, SILVA JE, CHIPKIN SR, BRAUN B (2009). *Effects of exercise on energy-regulating hormones and appetite in men and women.* Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol 296:R233-42
13. COSTILL DL, FINK WJ, GETCHELL LH, IVY JL, WITZMANN FA (1979). *Lipid metabolism in skeletal muscle of endurance-trained males and females.* J Appl Physiol Respir Environ Exerc Physiol 47:787-91.
14. FORTES MB, DIMENT BC, GREEVES JP, CASEY A, IZARD R, WALSH NP (2011). *Effects of a daily mixed nutritional supplement on physical performance, body composition, and circulating anabolic hormones during 8 weeks of arduous military training.* Appl Physiol Nutr Metab 36:967-75
15. CLINE AD, THARION WJ, M.B.A, TULLEY RT, HOTSON N, LIEBERMAN HL (2000). *Influence of a carbohydrate drink on nutritional status, body composition and mood during desert training.* Aviat Space Environ Med 71:37-44.
16. FRIEDL KE, MOORE RJ, MARTINEZ-LOPEZ LE, VOGEL JA, ASKEW EW, MARCHITELLI LJ, HOYT RW, GORDON CC (1993). *Lower limit of body fat in healthy active men. J* Appl Physiol 77:933-40.
17. CEDERBERG H, MIKKOLA I, JOKELAINEN J, LAAKSO M, HÄRKÖNEN P, IKÄHEIMO T, LAAKSO M, KEINÄNEN-KIUKAANNIEMI S (2011). *Exercise during military training improves cardiovascular risk factors in Young men.* Atherosclerosis 216:489-95.

Repositorio de la Universidad de Zaragoza – Zaguan http://zaguan.unizar.es

18. ROGNUM TO, RODAHL K, OPSTAD PK (1982). *Regional differences in the lipolytic response of the subcutaneous fat depots to prolonged exercise and severe energy deficiency.* Eur J Appl Physiol Occup Physiol 49:401-8
19. CUDDY JS, SLIVKA DR, HAILES WS, RUBY BC (2011). *Factors of trainability and predictability associated with military physical fitness test success.* J Strength Cond Res 25:3486-94.
20. HEINRICH KM, SPENCER V, FEHL N, POSTON WS (2012). *Mission Essential Fitness: Comparison of Functional Circuit Training to Traditional Army Physical Training for Active Duty Military*. Mil Med 177:1125-30.
21. CROSSFIT, INC (2010). *Crossfit training guide.*

Repositorio de la Universidad de Zaragoza – Zaguan http://zaguan.unizar.es

ANEXOS

Repositorio de la Universidad de Zaragoza – Zaguan http://zaguan.unizar.es

Anexo A: póster presentado en el congreso de la Sociedad Internacional para el avance de la cineantropometría (ISAK) en la Universidad Católica de Murcia (UCAM) el viernes 11 de julio de 2014.

EFFECTS OF A MILITARY INSTRUCTION PERIOD ON BODY COMPOSITION IN SPANISH CADETS

López-Santiago A[1,2], Casajús JA[3], Vicente-Rodríguez G[3], Gómez-Cabello A[1]

1. Centro Universitario de la Defensa, Zaragoza, Spain.
2. Academia General Militar, Zaragoza, Spain.
3. GENUD ResearchGroup, University of Zaragoza, Spain

INTRODUCTION

Periods of specific military training (military maneuvers) require a high level of effort due to the performance of a variety of tasks and physical exercise, especially under bad weather conditions[1]. The latter leads to increase daily energy expenditure, which may produce a negative energy balance[2] and cause changes in body composition. **The aim of this study was to evaluate the changes in body composition in terms of weight, body fat percentage (BFP), total fat (FAT) and fat-free mass (FFM) during a period of 2 weeks of specific military training.**

METHODS

A total of 83 first year cadets (75 men aged 18.7±0.8 y and 8 women aged 18.6±0.5 y) from the Academia General Militar (Zaragoza, Spain) participated in the study. Bioelectrical impedance analysis (Tanita BC-418) was used before and after the military maneuvers period to measure weight, BFP, FAT and FFM. Two-way repeated measures ANOVA was used to determine the changes on the studied variables throughout the intervention period using age and height as covariates. As a sex by training interaction was found (data not shown) analyses were performed separately by gender.

RESULTS

After the military maneuvers period, body weight decreased from 72 kg to 71.4 kg in males ($p<0.01$); however, no differences were found in females. Total BFP decreased a 2% and a 1.8% (males and females, respectively; both $p<0.05$) (figure 1). Moreover, FAT and FFM significantly changed in both male and female cadets (figure 2).

Figure 1

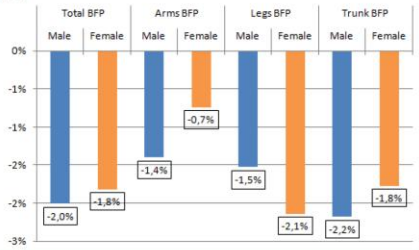
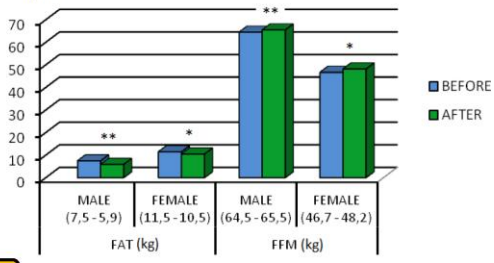


Figure 2



CONCLUSION

The exercise and daily activities carried out during military maneuvers in the AGM lead to changes in body composition in both, male and female cadets. Further studies would be interesting in order to test if these changes persist over time and also if they contribute to a better performance of their daily military activities or not. Body composition may be a useful tool to evaluate the activity carried out in the military instruction.

REFERENCES

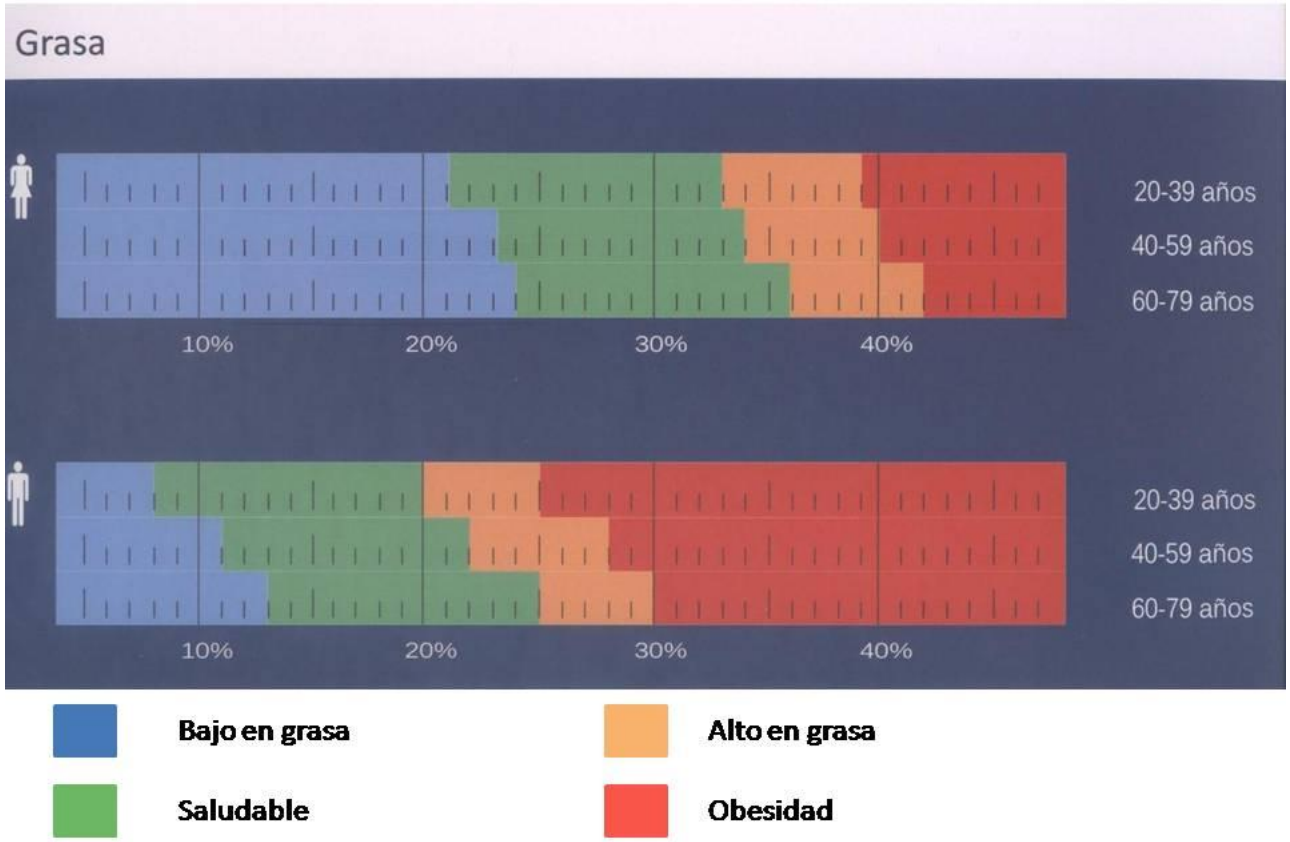
1. Shephard RJ. *Sports Med* 1993.
2. Hoyt RW. *Am J Clin Nutr* 2006.

GENUD Research Group
Growth, Exercise, NUtrition and Development
Universidad Zaragoza

Centro Universitario de la Defensa Zaragoza

Repositorio de la Universidad de Zaragoza – Zaguan http://zaguan.unizar.es

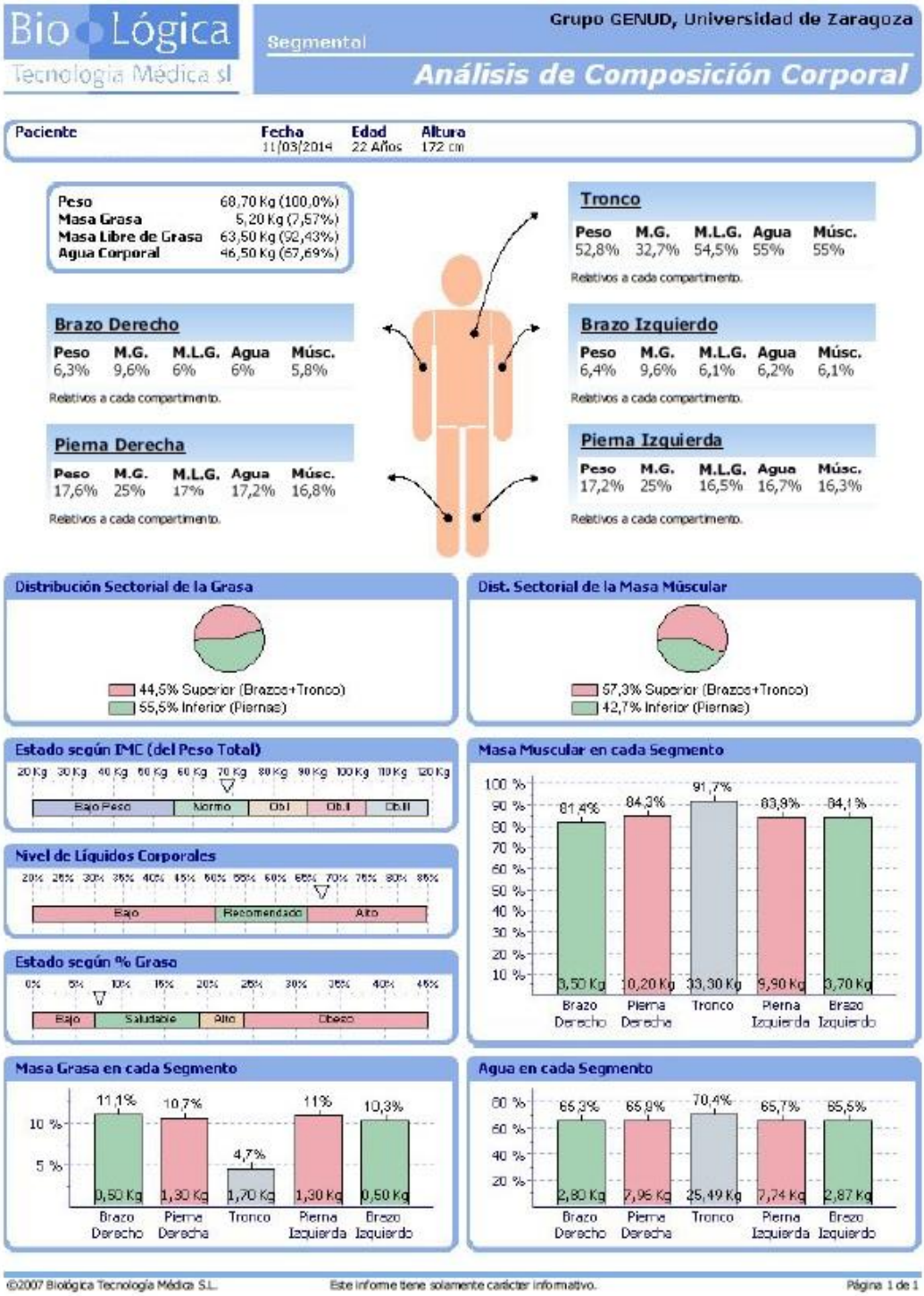
Anexo B: tabla de valores de porcentaje de masa grasa corporal (PMG) saludable.



Fuente: bienestarycompeticion.com

Repositorio de la Universidad de Zaragoza – Zaguan http://zaguan.unizar.es

Anexo C: informe de composición corporal.



Repositorio de la Universidad de Zaragoza – Zaguan http://zaguan.unizar.es

Anexo D: tabla de Windchill.

Viento en nudos	Viento en km/h	Temperatura (°C)																								
Calma	Calma	10	7.5	5	2.5	0	-2.5	-5	-7.5	-10	-12.5	-15	-17.5	-20	-22.5	-25	-27.5	-30	-32.5	-35	-37.5	-40	-42.5	-45	-47.5	-50
Sensación térmica por efecto de enfriamiento del viento																										
3-6	8	7.5	5	2.5	0	-2.5	-5	-7.5	-10	-12.5	-15	-17.5	-20	-22.5	-25	-27.5	-30	-32.5	-35	-37.5	-40	-45	-47.5	-50	-52.5	-55
7-10	16	5	2.5	-2.5	-5	-7.5	-10	-12.5	-15	-17.5	-20	-25	-27.5	-32.5	-35	-37.5	-40	-45	-47.5	-50	-52.5	-57.5	-60	62.5	-65	-67.5
11-15	24	2.5	0	-5	-7.5	-10	-12.5	-17.5	-20	-25	-27.5	-32.5	-35	-37.5	-42.5	-45	-47.5	-52.5	-55	-57.5	-60	-65	-67.5	-72.5	-75	-77.5
16-19	32	0	-2.5	-7.5	-10	-12.5	-17.5	-22.5	-22.5	-25	-30	-35	-37.5	-42.5	-47.5	-50	-52.5	-57.5	-60	-65	-67.5	-70	-72.5	-77.5	-80	-85
20-23	40	-0	-5	-7.5	-10	-15	-17.5	-22.5	-25	-30	-32.5	-37.5	-40	-45	-47.5	-52.5	-55	-60	-62.5	-67.5	-70	-75	-77.5	-82.5	-85	-90
24-28	48	-2.5	-5	-10	-12.5	-17.5	-20	-25	-27.5	-32.5	-35	-40	-42.5	-47.5	-50	-55	-57.5	-62.5	-67.5	-72.5	-75	-77.5	-80	-85	-90	-95
29-32	56	-2.5	-7.5	-10	-12.5	-17.5	-20	-25	-30	-32.5	-37.5	-42.5	-45	-50	-52.5	-57.5	-60	-65	-67.5	-72.5	-75	-80	-82.5	-87.5	-80	-95
33-36	64	-2.5	-7.5	-10	-15	-20	-22.5	-27.5	-30	-35	-37.5	-42.5	-45	-50	-55	-60	-62.5	-65	-70	-75	-75.5	-82.5	-85	-90	-92.5	-97.5
Vientos superiores a los 64 km/h producen un peligroso efecto adicional		PELIGROSO							MUY PELIGROSO Las partes del cuerpo expuestas al viento se pueden congelar en 1 minuto							EXTREMADAMENTE PELIGROSO Las partes del cuerpo expuestas al viento se pueden congelar en 30 segundos										
		PELIGRO DE CONGELACIÓN DEL CUERPO HUMANO EXPUESTO AL VIENTO SIN LA APROPIADA VESTIMENTA																								

Fuente: http://www.aragonbonito.es/el-tiempo

Repositorio de la Universidad de Zaragoza – Zaguan http://zaguan.unizar.es

Anexo E: condiciones meteorológicas diarias durante las maniobras alfa.

Día	Temperatura mín. (°C)	Temperatura máx. (°C)	Precipitaciones (mm)	Viento máx. (km/h)	Sensación térmica mín. (°C)
7	7	14	0	34	-4
8	7	14	0	39	-4,9
9	2	8	0	34	-11,2
10	3	10	0	70	-14,2
11	0	6	0	33	-13,8
12	1	12	0	39	-13,7
13	3	20	0	38	-10,6
14	7	18	0	22	-0,9

Repositorio de la Universidad de Zaragoza – Zaguan http://zaguan.unizar.es

Anexo F: imágenes de las mediciones.

Medida con estadiómetro portátil

Prueba con Tanita BC-418

Repositorio de la Universidad de Zaragoza – Zaguan http://zaguan.unizar.es

Anexo G: imágenes de ejercicios durante maniobras.

Marcha con equipo de doble jornada.

Instrucción individual del combatiente.

Repositorio de la Universidad de Zaragoza – Zaguan http://zaguan.unizar.es

Tiro con ametralladora MG-42.

Alto en una marcha con equipo de doble jornada.

Repositorio de la Universidad de Zaragoza – Zaguan http://zaguan.unizar.es