

Relación entre la agudeza visual y la habilidad de tiro en cadetes de la Escuela Militar: Estudio de los parámetros oftalmológicos para ingresar al Ejército de Chile

Autor:

Francisco Andres Cook Hernandez

Tutor:

Alejandro Sepúlveda

Fecha de Defensa:

10.03.2023

Relación entre la agudeza visual y la habilidad de tiro en cadetes de la Escuela Militar: Estudio de los parámetros oftalmológicos para ingresar al Ejército de Chile.

Proyecto para optar al grado de Magister de Epidemiología

Santiago, Chile

2023

RESUMEN

El proceso de postulación y admisión de nuevos alumnos a las escuelas matrices de oficiales de las Fuerzas Armadas en Chile se sustenta en cumplir con requisitos de nacionalidad, estado civil y edad, además de una salud acorde a las labores de la Institución.

Para el ingreso a la Escuela Militar del Libertador Bernardo O'Higgins del Ejército de Chile, la revisión médica se basa en el reglamento de Medicina Preventiva donde se establecen los parámetros clínicos y los valores de los exámenes solicitados. Dentro de las causas de rechazo y observaciones más frecuentes están los problemas de vicios de refracción. Por otro lado, desde el 2016 hay un número de postulantes que son aceptados con visión bajo el mínimo requerido con el compromiso de someterse a una cirugía correctiva, lo que conlleva altos costos y exposición a complicaciones en este grupo de postulantes.

Para el mejoramiento continuo del proceso de postulación se evaluarán y propondrán valores óptimos de los parámetros oftalmológicos de la evaluación médica que permitan cumplir con una salud acorde a institución y la reducción de la tasa de rechazo en esta categoría, además de disminuir los costos asociados a procedimientos que deben someterse los postulantes que no obtengan los valores mínimos de ingreso.

Se realizará un estudio primario observacional de corte transversal en la Escuela Militar del General Bernardo O'Higgins en Santiago de Chile durante el año 2024. Este involucra la medición de la capacidad de tiro de los alumnos de primero a cuarto año, como porcentaje de aciertos en un polígono de tiro virtual, y su relación con los datos obtenidos en la evaluación oftalmológica de ingreso mediante un análisis estadístico, permitiendo determinar valores óptimos que permitan cumplir con la salud acorde a institución y que permita reducir la tasa de rechazo en esta categoría.

Palabras claves: Postulaciones Escuela Militar de Chile, Agudeza visual, Habilidades de tiro.

1. RELEVANCIA DEL TEMA Y CARACTERIZACIÓN DEL PROBLEMA

1. RELEVANCIA DEL TEMA

La Escuela Militar es el centro de formación de los nuevos oficiales del ejército de Chile y cada año realiza un proceso de postulación de ingreso a nuevos candidatos. Se ha observado que el número de postulantes ha ido disminuyendo progresivamente en el tiempo, un 30% en los últimos 5 años, por lo que la base de selección es cada vez menor. Este proceso lo componen diferentes etapas dentro de las cuales la fase médica tiene una de las mayores responsabilidades y su objetivo es evaluar si el postulante cuenta con un estado de salud acorde a las exigencias de la Institución. De los postulantes que ingresan, un 12% son rechazados por criterios médicos. Esto es un problema para el ejército ya que se necesita una tener una cantidad suficiente de funcionarios para cumplir con los deberes que le son asignados, y mantener un flujo constante de ingresos que replacen a los funcionarios que han cumplido su tiempo máximo en la Institución, pasan a retiro, o a las desvinculaciones que puedan existir antes de tiempo.

La evaluación médica tiene como objetivo la búsqueda y diagnóstico de patologías que puedan conformar un riesgo para el postulante durante su formación o una carga monetaria al sistema de salud del Ejército (SISAE) al momento del ingreso a la planta. Esta contempla el registro y estudio de parámetros clínicos antropométricos, cardiológicos, otorrinolaringológicos, bioquímicos y oftalmológicos, obtenidos mediante una evaluación clínica y estudio de diferentes exámenes e imágenes normados por los criterios establecidos por el reglamento de Medicina Preventiva del Ejército de Chile, siendo vigente su última actualización del año 2014.

Una de las principales causas de rechazo por criterio médico la tiene la agudeza visual del postulante (43,8%). Este es uno de los motivos por el cual analizaremos si los puntos de corte de estos parámetros oftalmológicos son los más adecuados para poder discernir si esa persona puede o no cumplir con lo exigido como un militar durante las funciones de un combatiente individual. Evaluaremos los parámetros actuales de manera científica, si es necesario flexibilizarlos, para así lograr disminuir la tasa de rechazo, pero manteniendo la capacidad operativa del personal militar.

Cuando un postulante no cumple con los parámetros de agudeza visual mínimo, se le solicita una evaluación específica con el equipo de oftalmología del Hospital Militar de Santiago junto con una topografía Pentacam (imágenes de alta resolución en el segmento anterior del ojo, desde la superficie corneal anterior hasta la capsula posterior del cristalino) para evaluar si son candidatos a ser operados de cirugía refractiva (LASIK, SMILE o PRK) durante en el periodo de cuatro años de formación antes de ingresar a la planta. Tanto los exámenes, traslados y estadía en Santiago para la evaluación médica, en el caso de los postulantes de regiones, así como el valor de las cirugías refractiva deben ser costeadas íntegramente por el postulante, valores que llegan en promedio hasta \$ 830.000 mediante cobertura PAD de Fonasa. Si el postulante no logra acceder a la evaluación oftalmológica, no es candidato a ser

intervenido de una cirugía refractiva, o si es intervenido y no supera los valores mínimos de visión posteriormente, quedará excluido del proceso, perdiendo a un postulante interesado en formarse e ingresar a las filas de Ejército y que en la mayoría de los casos es su única observación médica.

Así como la tecnología, las comunicaciones, la medicina y la sociedad van modernizándose, los criterios de ingreso tienen que mantenerse a la par, adaptándose a los cambios y manteniéndose competitivos respecto de otras instituciones, sobre todo por la importancia que tiene para la nación tener un flujo constante de ingreso de postulantes para continuar con el funcionamiento normal del Ejército.

Esta investigación espera lograr una mejora global del proceso, incentivando a otros oficiales de sanidad, que puedan a estar a cargo, a seguir estudiando los diversos parámetros que considera la evaluación y poder ir aumentando la precisión y calidad.

Además, al lograr avances en la selección se podrá demostrar la necesidad de optimizaciones tecnológicas en el registro que permitan realizar mayores análisis de forma rápida y en periodos de tiempo más acotados que los que se realizan actualmente.

Mediante la difusión del estudio se espera lograr que el ciudadano que esté interesado en postular pueda estar seguro de que los criterios a evaluar estén acorde a un criterio científico, con bases sólidas y no a una decisión arbitraria.

En resumen, es relevante realizar este estudio porque mejorar el proceso de ingreso es fundamental para el funcionamiento normal y orgánico de la Institución y, actualizar sus criterios de admisión y aptitud medica permitirá reducir de la tasa de rechazo, además de los costos e intervenciones a los postulantes, manteniendo las habilidades esperadas para que el personal que conforme la institución desarrolle sus funciones con éxito.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El Ejército de Chile mediante sus escuelas matrices forma integralmente a los oficiales y suboficiales que pasarán posteriormente a la planta para cumplir con las obligaciones y misiones que sean ordenadas por el bien de nuestra nación.

La Escuela Militar del Libertador Bernardo O'Higgins delega en el departamento de admisión junto con su enfermería la responsabilidad de determinar si un postulante posee, o no, una salud compatible para desempeñarse en el mundo militar.

Los postulantes deben completar diversos controles y exámenes de salud en los centros médicos militares y regimientos de todo el país, proceso coordinado por un oficial de sanidad y de admisión. En particular, la evaluación oftalmológica examina la agudeza visual, visión en colores y campo visual, la cual posee un alto porcentaje de incumpliendo de los parámetros establecidos y que motiva su estudio en este proyecto. Otros exámenes son la evaluación otorrinolaringológica de la audición y la vía aérea superior; la evaluación imagenológica mediante radiografías de tórax, columna total y rodillas en diversas proyecciones; la evaluación de parámetros bioquímicos mediante exámenes sanguíneos donde destacan hemograma, creatinemia, perfil bioquímico, perfil lipídico, pruebas de embarazo para la mujer y, finalmente, se realiza una prueba de drogas en orina.

Una vez realizada la fase inicial, las fichas de los postulantes se envían a la Escuela Militar para la revisión secundaria por parte de un comité de oficiales de sanidad, los cuales, en base al reglamento de medicina preventiva en su última versión del año 2014, otorgan la calificación de la aptitud médica: apto, apto con compromiso de cirugía antes del egreso y no apto.

Los dos problemas principales que genera una evaluación no apto o apto con compromiso de cirugía son la disminución del número de postulantes aceptados y listo para poder ingresar a la planta después de sus formación junto con el gasto médico que pueden incurrir los postulantes aptos con compromiso de cirugía, el cual puede ser innecesario. A continuación, describiremos estos dos problemas.

Un resumen de los registros de la enfermería de la Escuela Militar, desde el año 2016 hasta el año 2021 se muestra en la tabla 1 del anexo. En ella se detalla que en este periodo de tiempo se han evaluado las fichas de 7230 postulantes, de los cuales 5350 (74%) quedaron en la condición de apto médico; 847 (11,7%) quedaron en la condición de no apto médico; y los 1033 restantes de los postulantes (14,3%) no enviaron o completaron todos los exámenes solicitados, quedando rechazados por tener un proceso incompleto. El mayor número de postulantes se observó en el año 2017 con 1584 postulaciones, el menor fue el año 2018 y el mayor número de no aptos el 2019.

Una de las principales causas de rechazo en la aptitud medica se encuentra la agudeza visual de los postulantes. Según los registros, 371 postulantes no cumplían con los criterios oftalmológicos en uno o más puntos, correspondiente al 43,8% de los no aptos. Se define que una evaluación oftalmológica se encuentra apto cuando la agudeza visual de cada ojo sin

corrección es mayor o igual que 0.4 (20/50) y con corrección, mayor o igual que 0,8 (20/25). Además, la corrección para lograr 0,8 (20/25) no puede superar las 2.5 dioptrías. En relación con la visión en colores, se evalúa la prueba de Ishihara donde el punto de corte para quedar apto es ver correctamente más de 6 de las 14 láminas o más de 7 de las 16 láminas; o más de 11 de las 24 láminas que presenta el test en cualquiera de sus tres modalidades. Se incluyen adicionalmente a los criterios de rechazo malformaciones congénitas, estrabismo no corregible, disminución del campo visual y tensiones patológicas. Un postulante queda en la condición de no apto a partir de un criterio alterado.

Estos criterios se incluyen en la evaluación médica dado la correlación que existe con las funciones y habilidades propias de un combatiente individual en especial a las asociadas a habilidades de tiro y puntería. Estos parámetros tienen una alta exigencia y podrían ser más exigentes de lo necesario, por lo que evaluaremos esta relación.

A partir del 2016, se dio la posibilidad a los postulantes que poseían el resto de las evaluaciones apto, no así la oftalmológica, fueran evaluados en el equipo de oftalmología del Hospital Militar de Santiago (Hosmil) con una topografía corneal Pentacam y así determinar si era candidato para someterse a una cirugía refractiva LASIK, SMILE o PRK. Se le solicita al postulante un certificado que indique qué tipo de cirugía es posible intervenir y cuál sería su visión esperada posterior a ella. Si esta es mayor a los rangos establecidos pasa a la condición de apto con compromiso de cirugía oftalmológica antes del egreso de su formación.

El costo de la intervención deberá ser costeado íntegramente por el postulante, así como el posible perjuicio de quedar atrasado del resto de la generación dado el tiempo de reposo total y de limitaciones físicas que puedan existir de su intervención o complicaciones de ella.

Un 6,3% de los postulantes no aptos su evaluación determinó que pueden ser operados de las cirugías refractiva, pero se estima que no lograrán el grado de visión esperado para superar el mínimo exigido por el reglamento o que la cirugía propuesta no está dentro de las establecidas, como por ejemplo, la colocación de lente intraoculares.

Por lo tanto, es fundamental evaluar si los parámetros oftalmológicos actuales logran discriminar correctamente a los postulantes, aumentando a aquellos que son aptos y reduciendo la necesidad de intervenciones quirúrgicas en este grupo para aumentar número de postulantes aptos, disminuir postulantes que se sometan a intervenciones evitando altos gastos en cirugía y disminuyendo a la exposición de complicaciones quirúrgicas.

3. ANÁLISIS DEL ESTADO DEL ARTE

En el Ejército de Chile las habilidades básicas de combate (HBC) son el tiro, la orientación, la marcha con equipo, la instrucción física militar y los primeros auxilios. Estas deben estar insertas en todos los niveles de planificación y/o entrenamiento; tienen que instruirse, repasarse y evaluarse periódicamente, de manera que, mediante ejercicios aplicados y la práctica, se alcancen los estándares básicos para desenvolverse en el campo de batalla, porque si no, el resultado final será el fracaso. Para desarrollar estas habilidades o destrezas profesionales es fundamental que los postulantes a las fuerzas armadas tengan las condiciones de salud compatible y cumplan con los requerimientos del Ejército del siglo XXI [1].

Desde su creación, el 15 de enero del 1940[2], el Servicio de Medicina Preventiva de la Fuerzas Armadas tiene entre sus principales misiones la evaluación continua del personal activo, controlando patologías de gran relevancia y costo como las cardiovasculares u oncológicas; y la misión de controlar el ingreso a la Institución de todo individuo, sin excepción, en cualquiera categoría, para seleccionar al personal con la condición médica de apto diferenciándolos de portadores de algunas de las afecciones que contempladas en su reglamento interno, cuya última edición es del 2014, certificando la salud compatible con el cargo.

Una de las habilidades evaluadas constantemente en la institución y que tiene relación con la agudeza visual es la habilidad de tiro. Las habilidades de tiro consisten en el empleo de diferentes tipos de armamento de combate individual bajo el conocimiento de la teoría del tiro, de las características del armamento y de las técnicas de tiro. Se evalúan actualmente mediante el tiro de escuela diurno que consiste en realizar en posición tendido, sin apoyo, a 100 m del blanco de silueta de defensa, el disparo de 10 tiros con fusil distribuidos en dos cargadores en un plazo de 90 segundos. El acierto de todos los tiros en el blanco (100% efectividad) corresponde al criterio de máximo desempeño, mientras que el mínimo es impactar 8 tiros de los 10 (80% efectividad) en 120 segundos o menos. Un rendimiento menor a los descritos corresponde a la reprobación de la habilidad.

Para poder tener un buen rendimiento en tiro se cree que una evaluación médica con buenos estándares es esencial en el proceso de postulación. Es por esto que dentro de la evaluación médica una de las más importante es la oftalmológica, donde se evalúa la agudeza visual que es la medida más fina a la que un sistema visual puede dar resolución [3] es decir corresponde al poder de resolución del ojo o la capacidad del ojo para ver dos objetos como separados. La agudeza visual casi siempre se refiere a la agudeza visual de la fóvea y puede diferir entre individuos con diferente iluminación, diferentes distancias. Su disminución puede deberse a múltiples factores, entre ellos, vicios de refracción como el astigmatismo, la hipermetropía o miopía. El astigmatismo es la percepción distorsionada de los objetos debido a una curvatura irregular de la córnea. La hipermetropía es un defecto hereditario del ojo que provoca visión borrosa de cerca, cuya detección e intervención temprana puede favorecer su desaparición en la adolescencia. La miopía es un vicio de refracción que se debe a una

alteración de la córnea, del cristalino o la longitud axial del globo ocular, lo que produce visión borrosa de lejos. [4]

Los problemas mencionados anteriormente se tratan usando medidas correctivas como son los lentes. Para medir la potencia que requiere un lente para ajustar una imagen desenfocada en la zona del ojo correcta (refracción) se usa la dioptría. Esta corresponde a la unidad de refracción de lente cuya distancia focal es de un metro. Las dioptrías se miden en una escala de 0,25 en 0,25 y la graduación puede ser positiva, como el caso de la hipermetropía que requiere lentes convergentes, o negativa, como el caso de la miopía que requiere lentes divergentes. Los puntos de corte para los distintos diagnósticos se basan en la probabilidad de provocar ambliopía: 3 dioptrías para los diagnósticos de astigmatismo mixto, astigmatismo miópico y miopía; 5 dioptrías para los diagnósticos de astigmatismo hipermetrópico e hipermetropía [5]

Los postulantes al Ejército de Chile deben aprobar un requisito de agudeza visual, ya que está relacionada directamente con las habilidades de tiro. Strydom et al (2010), examinaron las habilidades de tiro y el efecto de la agudeza visual evidenciando que esta es una de las principales características asociadas junto con la sensibilidad al contraste, la estereopsis, la coordinación ojo-mano, la coordinación ojo-cuerpo y el tiempo de respuesta visual [6]

En el caso de Escuelas Militares, Ghasem et al el 2020 evaluaron un total de 100 personas en Irán, evidenciando una relación directa entre la agudeza visual y las habilidades de tiro al blanco encontrando que las personas que tenían una mejor agudeza visual, también tenían mejores puntajes de tiro. [7]. En Latinoamérica a la fecha no hay estudios publicados que analicen la agudeza visual con las habilidades de tiro o estudios que actualicen criterios de ingreso de las Fuerzas Armadas.

Hatch et al (2009), evaluaron esta relación en personal militar activo del Ejército de EE:UU demostrando que la agudeza visual afecta significativamente la discriminación de objetivos y el rendimiento de la puntería. Los resultados reflejan que agudezas visuales en el rango de 0,3 a 0,4 LogMAR (20/40 - 20/50) corresponde a zona de transición donde el rendimiento comienza a deteriorarse y respalda los estándares exigidos actualmente para la visión de 20/40 o mejor para la visión corregida o sin corrección como una opción válida porque es el punto de transición para el desempeño en la capacidad de discriminación y puntería.[8] Valores menos exigentes de los que actualmente el Ejército de Chile solicita como mínimo aprobado que es de 0,1 LogMAR (20/25).

A la fecha no hay evidencia en el Ejército de Chile que indique o estudie la relación entre la agudeza visual y la habilidad de tiro, por lo que los parámetros utilizados no tendrían más que una justificación basada en estándares no actualizados. El objetivo de este estudio es determinar los valores óptimos de estos, actualizándolos y permitiendo modernizar los estándares oftalmológicos en base a evidencia que la respalde.

2. SOLUCIÓN E INVESTIGACIÓN

1. SOLUCIÓN PROPUESTA Y ESCENARIOS DE APLICABILIDAD

Para evaluar si la agudeza visual y el resto de los parámetros oftalmológicos solicitados son los más adecuados, registraremos dicha información de los cadetes de los cuatro años de formación en la Escuela Militar y la analizaremos mediante herramientas estadísticas. En el grupo de cadetes se encuentran personas con la condición de apto oftalmológico y otras que no la poseen, pero que de forma excepcional ingresaron a la Escuela Militar con el compromiso de ser operados de cirugía refractiva antes de su egreso. Analizaremos su desempeño en la capacidad de tiro en un polígono virtual de tiro con fusil y pistola (habilidad de tiro), midiendo como porcentaje de efectividad en aciertos a blancos a diferentes distancias.

Se realizará una medición sin corrección oftalmológica a 50 m, 100 m y 200 m; y otra con corrección en las personas que posean lentes ópticos por tener una agudeza visual menor que la establecida, lo que permitirá obtener un análisis interindividual de este segmento de la muestra. La medición en un campo de tiro virtual nos permite obtener los datos de habilidades de tiro en un entorno seguro y controlado dado que no existirá munición de guerra evitando la exposición a accidentes.

Los datos de los parámetros oftalmológicos se obtendrán de los registros de postulación. Estas mediciones fueron realizadas por un médico oftalmólogo. Además, a los pacientes sometidos a una intervención quirúrgica de cirugía refractiva laser se les realizará posteriormente una medición adicional.

Los parámetros de la evaluación oftalmológica corresponden a la visión de cada ojo sin corrección, con corrección y dioptrías máximas, así como los valores de la prueba de Ishihara cuantificada como número de láminas correctamente vistas.

Se registrarán parámetros adicionales los cuales puedan condicionar la habilidad en tiro, como son la edad, el sexo, el año de ingreso, la estatura, la dominancia lateral manual, dominancia ocular, experiencia previa con armamento o la práctica de deportes que implique entrenar puntería.

Las mediciones obtenidas serán analizadas mediante técnicas estadísticas para poder determinar cómo se asocian las distintas características de los postulantes y la probabilidad de aprobar en la prueba de tiro (Sobre 80% de aciertos). Además, con esta información se propondrán nuevos puntos de corte de ingreso para los parámetros oftalmológicos mediante modelos estadísticos. A la fecha no se han realizado este tipo de evaluaciones a los requisitos de ingreso, por lo que sería la primera vez que el ejército los pone en cuestionamiento desde su actualización del 2014.

Esta solución permite abordar el problema sin concurrir a mayores gastos o la necesidad de implementar nuevos equipos, ya que están todos disponibles para los alumnos en la Escuela Militar. La mayor dificultad será la obtención de la disponibilidad de tiempo de los alumnos para la medición del campo de tiro virtual dado que cada medición se realiza en un tiempo aproximado de 15 minutos.

Realizar este proyecto beneficiará a los nuevos postulantes que opten a ambas escuelas matrices de Ejército, generando un aumento en la cantidad postulantes y de aceptados.

No realizar este proyecto mantendría los parámetros de ingreso actuales que, dado la tendencia de descenso en las postulación y aprobaciones, sería perjudicial tanto para la Escuela Militar como el Ejército. En otras Escuelas matrices se han realizado cambios en los criterios de ingreso no siempre con base científica, lo que podría contribuir a mayores costos en los sistemas de salud institucionales los cuales podrían ser innecesarios.

2. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

Nuestra pregunta de investigación busca responder la siguiente incertidumbre que existe en la selección de catetes de Ejército de Chile. ¿Cuál es el valor óptimo de los parámetros oftalmológicos en los postulantes a las escuelas matrices que permitan mantener las capacidades del combatiente individual aumentando el número de postulantes aptos?

3. HIPÓTESIS O SUPUESTOS DE INVESTIGACIÓN

La disminución de la exigencia de los requisitos oftalmológicos de ingreso a las escuelas matrices no afectaría el rendimiento del personal del Ejército en sus habilidades de tiro.

4. OBJETIVOS

1. OBJETIVO GENERAL

Determinar los valores óptimos de la evaluación oftalmológica que permita cumplir con la salud acorde a institución y que permita reducir la tasa de rechazo en esta categoría.

2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

1. Caracterizar la agudeza visual y las habilidades de tiro de los alumnos de la Escuela Militar.

1. Analizar la relación entre los parámetros oftalmológicos médicos y la habilidad de tiro .

2. Proponer nuevos valores de corte para la agudeza visual con y sin corrección, las dioptrías necesarias para lograr la agudeza visual requerida; y la prueba de Ishihara para discromatopsia.

1. METODOLOGÍA, ÉTICA Y PLANIFICACIÓN

1. METODOLOGÍA Y PROCEDIMIENTOS

Se realizará un estudio primario observacional de corte transversal en la Escuela Militar del General Bernardo O'Higgins en Santiago de Chile durante el año 2024.

Los cadetes de la Escuela Militar completan un plan de estudios de 4 años y residen dentro del campus de la institución en un régimen de internado de lunes a viernes. Durante este periodo los cadetes reciben un intenso entrenamiento militar que contempla un entrenamiento básico de combate, cursos militares, introducción a la vida y la disciplina militar.

Todos los candidatos que postulan las academias militares son preseleccionados antes de la admisión para las condiciones médicas importantes. Por lo que los criterios de inclusión corresponden a cadetes de primer a cuarto año que quieran participar en el proyecto y firmen el consentimiento informado.

Se espera contar con el registro de hasta 680 cadetes, correspondiente a la totalidad alumnos de los cuatro años de formación proyectados para el año 2024. Después de una presentación detallada del proyecto, se solicitará el consentimiento informado individual y se registrarán los datos demográficos básicos, incluyendo el sexo, la edad, la altura, el peso, los años de entrenamiento, la experiencia previa con armamento o actividades de tiro, la mano dominante, el ojo dominante y el uso de lentes. La altura y el peso reportados se utilizarán subsecuentemente para calcular los valores del IMC.

Para las mediciones de los parámetros oftalmológicos un médico oftalmólogo inscrito en el registro de prestadores de Chile realizará la evaluación oftalmológica de cada candidato. Esta incluye los parámetros de agudeza visual sin corrección, con corrección y dioptrías en cada ojo, campo visual, fondo de ojo y el test de Ishihara.

Las mediciones de la habilidad de tiro se realizarán en el Polígono de Tiro Virtual (PTV), el cual fue fabricado en las "Fábricas y Maestranzas del Ejército de Chile" (Famae), y se encuentra instalado uno en la Escuela Militar. En un plazo de cinco meses se medirá el rendimiento de tiro con fusil y pistola a distancia de 50 m, 100 m y 200 m, posición de pie y tendido. A las personas que ocupan lentes ópticos se les realizarán dos mediciones, con y sin corrección. Se obtendrán los resultados de los números de tiro efectuados, los tiros acertados, los tiros fallados, el puntaje obtenido al final de la sesión como un porcentaje de aciertos, las áreas de tiro sobre las que se concentran los disparos, el porcentaje de aprobación, tiempo en que se realizó el ejercicio y el porcentaje de efectividad.

El análisis de la base de datos se realizará con el software RStudio 2022.07.1. [10]

Se obtendrá la asociación de los parámetros oftalmológicos registrados con el puntaje de tiro acertados mediante el coeficiente de correlación Pearson y Spearman.

Se efectuará un análisis de regresión logística multivariada, siendo la variable dependiente dicotómica si la persona es apta o no en habilidades básicas del combatiente, donde la persona es calificada como apta si el porcentaje de aprobación es sobre el 80%, mientras que bajo este porcentaje es calificada como no apta. Se considerará la agudeza visual como una variable cuantitativa discreta independiente. Con esta información se espera explicar el comportamiento en relación a la variable dependiente ajustada por covariables (sexo, edad, curso, etc.) y poder predecir la respuesta de interés, es decir, si la persona es apta o no, con distintos grados de agudeza visual analizados, para poder proponer valores de corte para la agudeza visual con y sin corrección.

2. ANÁLISIS DE LAS IMPLICANCIAS ÉTICAS

1. ANÁLISIS DE RIESGO-BENEFICIO

Se obtendrá el consentimiento informado correspondiente, en el que se garantiza explícitamente la confidencialidad de los datos individuales obtenidos y de los análisis producidos en la investigación.

Este estudio se realizará en conformidad con todas las leyes y normas aplicables de Chile. Antes del inicio del estudio, se contará con la aprobación de la Autoridad Sanidad Ejército. No existirán riesgos asociados a la obtención de datos clínicos, ni a la participación en el polígono de tiro virtual, al no contar con munición activa. No existirán gastos asociados al uso de instalaciones. No hay procedimientos intervenciones durante el estudio. Los participantes obtendrán como beneficio una medición de su habilidades de tiro y la posibilidad de evitar intervenciones quirúrgicas en caso que estuviese con la necesidad de cirugía refractaria.

2. RESGUARDO DE LA CONFIDENCIALIDAD

Toda la información de los participantes se almacenará en las bases de datos de los investigadores y se mantendrá estrictamente la confidencialidad. A los cadetes se les asignará un número de identificación de prueba único para garantizar su anonimato. Estos números de identificación corresponderán a los datos de asignación en archivos electrónicos seguros. No se registrarán nombres u otros identificadores personales por separado. Los investigadores protegerán todas las bases de datos locales por medio de sistemas de acceso protegidos por contraseña.

3. CONSENTIMIENTO/ASENTIMIENTO INFORMADO

Para el enrolamiento de los individuos a cada participante se le entregará un consentimiento informado donde se detallen el objetivo y los procedimientos de esta investigación, incluyendo los beneficios y riesgos, indicando la confidencialidad de los datos y el derecho del individuo de retirarse del estudio sin mediar explicación alguna y sin consecuencias en el momento que lo decida.

4. AUTORIZACIONES INSTITUCIONALES REQUERIDAS

Escuela Militar del Libertador Bernardo O'Higgins: Es el centro formador de los oficiales de Ejército de Chile (todos los participantes de estudio corresponden a sus estudiantes). Este cuenta dentro de sus instalaciones con un Polígono de Tiro Virtual (PTV) el cual permite el entrenamiento y medición de habilidades de tiro. Su mando se encuentra a cargo de su director con el grado de Coronel, al cual se le solicitará autorización, previo a la realización de las actividades propuestas.

División de Salud del Ejército: es el Departamento rector de las instituciones de salud. Tanto las instalaciones como el personal de sanidad dependen de él, en particular, el investigador, por medio de la Jefatura de Instalaciones de Salud (JIS).

3. PLAN DE TRABAJO

Objetivo Especifico	Actividad	AÑO 2024											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<i>Caracterizar la agudeza visual y las habilidades de tiro de los alumnos de la Escuela Militar.</i>	<i>Notificación y difusión a participantes mediante presentaciones coordinadas.</i>	■											
	<i>Firma de consentimiento informado.</i>		■										
	<i>Obtención y registro datos cada participante</i>		■										
	<i>Registro de medidas de agudeza visual</i>			■									
	<i>Medición habilidades de tiro en polígono de tiro virtual</i>			■	■	■	■	■					
	<i>Generación de base de datos</i>		■	■	■	■	■	■					
<i>Analizar la relación entre los parámetros oftalmológicos médicos y la habilidad de tiro.</i>	<i>Modelamiento estadístico de la relación entre la agudeza visual y la habilidad de tiro.</i>								■	■			
	<i>Construcción y presentación Informe de avance jefatura instalaciones salud</i>								■	■			
<i>Proponer nuevos valores de corte para la agudeza visual con y sin corrección, las dioptrías necesarias para lograr la agudeza visual requerida; y la prueba de Ishihara para discromatopsia.</i>	<i>Modelamiento estadístico para la determinación de nuevos parámetros de agudeza visual, dioptrías y prueba de Ishihara.</i>								■	■			
	<i>Construcción y presentación Informe de avance jefatura instalaciones salud</i>								■	■			

[illegible]

2. RESULTADOS, IMPLEMENTACIÓN Y DIFUSIÓN

1. IMPLEMENTACIÓN DEL(LOS) PRODUCTO(S) ESPERADO(S)

1. RESULTADOS Y/O PRODUCTOS ESPERADOS

Nombre del resultado/producto	Ingresar una breve descripción del resultado/producto
Registro de Producción Científica <i>“Relación entre la agudeza visual y la habilidad de tiro en cadetes de la Escuela Militar: Estudio de los parámetros oftalmológicos para ingresar al Ejército de Chile”.</i>	Se trabajará en la publicación de los resultados en los artículos académicos de la biblioteca del Ejército de Chile como artículo de Sanidad Militar y publicación en la revista Comité Internacional de Medicina Militar (CIMM).
Reglamento de Medicina Preventiva del Ejército de Chile.	Recomendación de actualización de los parámetros de rechazo total y parcial oftalmológicos.

2. IMPLEMENTACIÓN DE EL(LOS) PRODUCTO(S) ESPERADO(S)

Los resultados de este estudio serán publicados en como artículo de Sanidad Militar en la revista Comité Internacional de Medicina Militar (CIMM).

Los parámetros propuestos en este estudio permitirán actualizar el reglamento de ingreso de medicina preventiva el cual se espera sea implementado en el proceso de evaluación médica de los postulantes para el año 2025. La difusión será a través de los canales de comunicación que existen al inicio de cada proceso de selección anual.

Por un lado, se espera que el Ejército sea beneficiado con un aumento en el número de postulantes aceptados. Por otro lado, los postulantes a las Escuelas Matrices de Ejército de Chile con menor agudeza visual que son aceptados no tendrán que incurrir en mayores gastos que conllevan riesgos quirúrgicos innecesarios.

2. ACTIVIDADES DE DIFUSIÓN

1. Presentaciones en congresos y simposios internacionales de Medicina Militar.
2. Publicación en revistas nacional Armas y Servicios.
3. Boletines informativos servicio de Sanidad Ejército de Chile.

4. CAPACIDAD DE GESTIÓN Y ASOCIATIVIDAD

1. CAPACIDAD DE GESTIÓN

NOMBRE	INSTITUCIÓN	PROFESIÓN	CARGO EN EL PROYECTO	Funciones y Capacidades Críticas que aportará al proyecto	% dedicación Mensual (calculado en base a 180hrs. mensuales)	\$/HH (Pesos Chilenos)
EQUIPO DE INVESTIGACIÓN						
NN	Ejército de Chile	Médico Cirujano	Director	Dirección del proyecto y supervisión de actividades técnicas y financieras	20%	\$ 7 000
NN	Universidad de los Andes	Licenciado en matemática y Doctorado en estadística	Director alternativo	Apoyo en la dirección del proyecto y supervisión del equipo.	20%	·\$ 7 000
NN	Hospital Militar de Santiago	Oftalmólogo	Investigador	Encargado de evaluación oftalmológica de los postulantes, análisis y reporte de resultados.	20%	\$ 7 000
NN	Ejército de Chile	Armero	Investigador	Encargado de evaluación habilidad de tiro de los postulantes, análisis y reporte de	20%	\$ 7 000

				resultados.		
PERSONAL TÉCNICO DE APOYO						
NN	FAMAE	Armero Artificiero	Personal Técnico de Apoyo	Apoyo simulador de tiro virtual	50%	\$ 4 000
NN	Ejército de Chile	Sub Oficial	Personal Técnico de Apoyo	Coordinación batallón de alumnos y apoyo habilidades de tiro	50%	\$ 4 000
PERSONAL ADMINISTRATIVO						
NN	Enfermería Militar Básica Escuela Militar	Secretaria/ coordinadora	Administrativo	Apoyo administrativo e ingreso datos.	100%	\$ 4 000

CARGO EN EL PROYECTO	NOMBRE	2024
Director	NN	80% de Dedicación
Director Alterno	NN	80% de Dedicación
Investigador 1	Por definir.	80% de Dedicación
Investigador 2	Por definir.	80% de Dedicación

El resto del equipo investigador no participa de otros proyectos de investigación.

2. ANTECEDENTES CURRICULARES DEL EQUIPO DE INVESTIGACIÓN

Director: Dr. NN es Médico Cirujano y Oficial del Servicio de Sanidad del Ejército de Chile en el grado de Mayor, destinado en la Escuela Militar del Ejército de Chile. Actualmente, opta al grado de Magister en Epidemiología.

En la Escuela Militar es el encargado del proceso de postulación e ingreso de los alumnos, permitiéndole conocer íntegramente el proceso y generar mejoras en base a la investigación.

Posee las capacidades de liderazgo y conocimiento técnico para poder conducir al equipo de investigación, coordinar tanto al equipo civil y militar, como al personal de salud en sus diferentes funciones.

Director alterno: Dr. NN. Licenciado en matemática y Doctor en estadística. Ha participado activamente en proyectos de investigación con publicaciones nacionales e internacionales. Ha tenido experiencia y conocimiento en investigación estadística teórica y aplicada que le permite asesorar al equipo en especial en el área estadística.

Investigador 1: Médico Oftalmólogo del Hospital Militar de Santiago, con experiencia en evaluación a postulantes con alteración de la agudeza visual e intervenciones de cirugía refractiva como LASIK, PRK y SMILE.

Investigador 2: Oficial del Ejército de Chile integrante del Centro de Entrenamiento de Tiro (CET), dependiente de la Escuela de Infantería, con experiencia en cursos de tiradores y de instructores de tiro con fusil. Él ha sido desarrollador de unidades de aprendizaje metodológico y ha actualizado la instrucción y los procedimientos, y se encargará de la implementación y medición de las habilidades de tiro en polígono de tiro virtual.

3. PARTICIPACION DE INVESTIGADORES EN FORMACIÓN

Como parte de la formación académica, se promoverá la participación de 5 alumnos de tercer año formación de la Escuela Militar como asistentes en las labores administrativas y en la toma de datos, además de asistir a las reuniones de planificación y gestión. Los investigadores los asesorarán e instruirán durante sus actividades como parte del proceso de entrega de conocimientos.

4. ASOCIATIVIDAD

Escuela Militar del Libertador Bernardo O'Higgins: Institución encargada en la formación de oficiales del Ejército de Chile, interesada en la correcta selección de postulantes para poder formar a mejores generaciones, así como en la discusión de su proceso de ingreso anual.

Hospital Militar de Santiago: Principal centro de salud del sistema de salud Ejército (SISAE), donde se encuentran centralizadas las atenciones de especialidades, interesada en el estudio y publicación de proyectos como medio de difusión de sus capacidades técnicas y médicas.

FAMAE: Institución pública dedicada a la fabricación de armas para el Ejército de Chile, fabricante del polígono de tiro virtual, interesada en la implementación de su producto, publicidad de este y en las posibles mejoras y actualización que de su uso puedan generarse.

FORMULARIO DE ESPECIFICACIONES TECNICAS PARA PROYECTOS QUE CREARÁN, UTILIZARÁN O ADAPTARÁN INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN

TIPO DE INSTRUMENTOS A UTILIZAR

El proyecto contempla el uso de:		
x	Instrumento(s) utilizado(s) anteriormente y validado(s) en Chile, de uso habitual y en población general.	
	Instrumento(s) utilizado(s) anteriormente, que se adaptará(n) o validará(n) en Chile o se enfocará(n) hacia nuevas poblaciones objetivo.	
	Instrumento nuevo a crear por el proyecto.	
En el caso de utilizar instrumentos existentes:		
Contempla Derechos de Uso (<i>Copy Rights</i>) <i>(Si su respuesta es positiva, indique valor unitario en pesos chilenos)</i>	SI	NO
	\$	X

INSTRUMENTOS A UTILIZAR, METODOLOGÍA CUANTITATIVA

TABLA INFORMACIÓN TÉCNICA GENERAL SOBRE INSTRUMENTOS CUANTITATIVOS	
INSTRUMENTOS UTILIZADOS ANTERIORMENTE	
Confiabilidad (valores reportados y estadístico del cálculo)	
Validez (Contenido, criterio y constructo. Según información disponible y estadígrafos del caso: % de la varianza explicada y factores o componentes, correlación inter-jueces, re-test, concurrencia, % del dominio, estructura, etc.)	
Referencias de utilizaciones previas del instrumento	
Escala de Medición (tipo) y puntuaciones que proporciona (rango)	
Normas y población normativa	
Estandarización (Condiciones de uso – auto aplicado, por encuestador, otro – y personal idóneo al mismo)	
Traducción (si se requiere)	No
Adaptación lingüística (al español chileno)	No
Adaptación Semántica (a los usos culturales de la población objetivo)	No
Piloteo en población equivalente a la objetivo	No

Traducción Inversa (<i>Backtranslation</i>)	No
Acuerdo de los Autores a la versión generada	Si
Estandarización (formulación/traducción de manuales y condiciones de uso)	
INSTRUMENTOS NUEVOS A CREAR POR EL PROYECTO <i>Señale nivel de avance y etapas en desarrollo.</i>	
Definición de constructos	
Operacionalización de constructos	
Formulación de Ítems	
Validez de constructos y dimensiones que mediría (Dimensiones/ Variables y Dominio)	
Referencias de utilizaciones de instrumentos similares en el caso de creación	
Establecimiento de puntuaciones y clasificaciones	
Piloteo en población equivalente a la objetivo	
Estandarización (formulación/traducción de manuales y condiciones de uso)	
Incorpore en este cuadro información complementaria que desee agregar. Incorpore la referencia bibliográfica más relevante (no más de 3) sobre la construcción del instrumento, validación y/o estudio de propiedades psicométricas en población pertinente al estudio.	

INSTRUMENTOS A UTILIZAR, METODOLOGÍA CUALITATIVA

TABLA INFORMACIÓN TÉCNICA GENERAL SOBRE INSTRUMENTOS CUALITATIVOS.	
Nivel de aplicación (individual/colectivo) y estructura de preguntas (abiertas, temáticas, en profundidad, etc.)	N/A
Técnica a la que responderá (entrevista, <i>focus group</i> , grupo de discusión, etc.)	N/A
Estandarización (Condiciones de uso como requisitos de aplicación por personal especialmente calificado u otros)	N/A
Incorpore ejemplos de tipo de preguntas que incluirá el instrumento relacionadas con el objetivo del estudio (no más de 6)	N/A
Incorpore en este cuadro información complementaria que desee agregar. Incorpore la referencia bibliográfica más relevante (no más de 3) sobre la construcción del instrumento, validación y/o estudio de propiedades psicométricas en población pertinente al estudio.	
N/A	

Bibliografía

1. Martin, B. M. 2011. Aplicación de las habilidades básicas de combate en el curso de aspirante a clase de armas del II período de especialización en infantería. *Revista de educación del Ejército de Chile* n° 38. (pp. 179-202). <https://www.ejercito.cl/descargas/mobile/NjA1>
2. Ley N° 6501. Diario Oficial de la República de Chile, 15 Enero del 1940. <https://bcn.cl/2f6ss>
3. Bastías G. M, Villena M. R, Dunstan E. J, Zanolli S. M, Bastías G. M, Villena M. R, et al. Miopía y Astigmatismo miópico en escolares. *Andes pediátrica*. diciembre de 2021;92(6):896-903.
4. Morgan IG, Ohno-Matsui K, Saw SM. Myopia. *Lancet*. 5 de mayo de 2012;379(9827):1739-48.
5. Wallace DK, Morse CL, Melia M, Sprunger DT, Repka MX, Lee KA, et al. Pediatric Eye Evaluations Preferred Practice Pattern®: I. Vision Screening in the Primary Care and Community Setting; II. Comprehensive Ophthalmic Examination. *Ophthalmology*. enero de 2018;125(1): P184-227.
6. Strydom B. The role of vision and visual skills in archery*. *African Vision and Eye Health*. 11 de diciembre de 2010;69(1):21-8.
7. Ghassem SA. The Effect of Visual Functions on Target Discrimination and Shooting Skill in Military Students. *WJOVR* [Internet]. 27 de agosto de 2020 [citado 12 de diciembre de 2022];3(2). Disponible en: <https://irispublishers.com/wjovr/fulltext/the-effect-of-visual-functions-on-target-discrimination-and-shooting-skill-in-military-students.ID.000560.php>
8. Hatch BC, Hilber DJ, Elledge JB, Stout JW, Lee RB. The effects of visual acuity on target discrimination and shooting performance. *Optom Vis Sci*. diciembre de 2009;86(12): E1359-1367.
9. R Core Team (2022). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.

Anexos

Tabla n°1 Numero de postulantes y su condición médica final

	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Totales
Postulantes	1295	1584	1072	1041	1132	1106	7230
Condición médica final:							
Aptos médico.	917	1084	824	782	813	930	5350
No aptos médico.	186	172	60	231	72	126	847
No aptos administrativo	192	328	188	28	247	50	1033
Compromiso de cirugía previo egreso Escuela Militar:							
Postulante con compromiso de cirugía*	68	78	57	63	79	72	417
Postulante no apto oftalmológico con compromiso de cirugía refractiva.	56	65	47	58	68	54	348
Postulantes no apto oftalmológico con compromiso de cirugía refractiva que se estima no lograr corregir el mínimo necesario.	5	3	4	1	2	8	23

*Cirugía Oftalmológica, Urológica u Otorrinolaringológica