



DEPARTAMENTO DEL ARMY

COMANDO DE INTELIGENCIA Y SEGURIDAD DEL EJÉRCITO DE LOS ESTADOS UNIDOS
OFICINA DE LIBERTAD DE INFORMACIÓN/CONFIDENCIALIDAD
FORT GEORGE G. MEADE, MARYLAND 20755-5995

RESPUESTA A ATENCIÓN
DE:

13 DICIEMBRE 2006

LIBERTAD DE INFORMACIÓN/

OFICINA DE PRIVACIDAD

Sr. Donald Friedman
Correspondencia Legal Confidencial
1125 Tercera Calle Napa, California
94559-3015

Estimado Sr. Friedman:

Referencias:

a, Su solicitud de la Ley de Libertad de Información (FOIA) con fecha 25 de mayo de 2006, al Departamento del Ejército, División de Libertad de Información/Ley de Privacidad (DA FOIA/PA DIV), para todos los documentos relacionados con el efecto auditivo por microondas, el efecto de audición por microondas, el efecto Frey, la telepatía artificial, y/o cualquier dispositivo/arma que utilice y/o cause dicho efecto; y cualquier uso encubierto o no divulgado de hipnosis. El 5 de septiembre de 2006, la DA FOIA/PA DIV derivó un

copia de su solicitud a esta oficina. Su solicitud fue recibida el 11 de septiembre de 2006.

b. Nuestra carta del 13 de septiembre de 2006, informándole sobre la búsqueda de registros en otro elemento de nuestro mando y no poder cumplir con el plazo legal de 20 días para procesar su solicitud.

Como se indicó en nuestra carta, la búsqueda se ha completado con otro elemento de este mando y el registro ha sido devuelto a esta oficina para nuestra revisión y respuesta directa a usted.

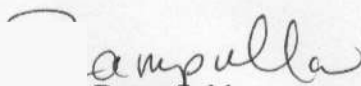
‘Hemos completado una revisión de desclasificación obligatoria de acuerdo con la Orden Ejecutiva (EO) 12958, según enmendada. Como resultado de esta revisión, se ha determinado que la información del Ejército ya no requiere protección de clasificación de seguridad y es revelable para usted. Se adjunta una copia del registro para su uso.

Las tarifas por procesar su solicitud están exentas.

Si si tiene alguna pregunta relacionada con esta acción, no dude en ponerse en contacto con esta oficina al (301) 677-2308. Consulte el caso #614F-06.

Atentamente,

= Susan J.



Butterfield



Directora de Libertad de
Información/Privacidad Oficina
Repositorio de Registros de Investigación

Anexo

Bioefectos de Armas No Letales Seleccionadas (fn 1)

Este suplemento al estudio de Tecnologías No Letales: a Nivel Mundial (NGIC-1147-101-98) aborda, en resumen, algunas de las preguntas más frecuentes sobre la tecnología de armas no letales, las respuestas fisiológicas observadas en entornos clínicos de la acoplamiento biofísico y la susceptibilidad del personal a efectos no letales, estos resultados identifican y validan algunos aspectos de tecnologías no letales en desarrollo que podrían encontrarse o utilizarse como efectoras no letales en el futuro, incluyendo:

- « Láser y otros fenómenos de la luz.
- + Energía dirigida de radiofrecuencia.
- « Bioefectos aurales.

El estudio de los campos electromagnéticos y su influencia en los sistemas biológicos está aumentando rápidamente. Mucho de este trabajo se realiza debido a preocupaciones de salud. Por ejemplo, ha aumentado la preocupación respecto a los efectos de la exposición del operador a los campos electromagnéticos asociados con dispositivos de diatermia de onda corta, hornos de microondas de alta potencia, sistemas de radar, unidades de imagen por resonancia magnética, etc. Además, ha aumentado la preocupación acerca de campos eléctricos y magnéticos de frecuencia extremadamente baja (frecuencia de alimentación de 60 Hz) que se originan en líneas de transmisión de alto voltaje, equipo industrial y electrodomésticos residenciales. Tanto a nivel ocupacional como residencial a largo plazo,

exposición han sido el foco de estudios epidemiológicos. Los estudios han sugerido posibles efectos adversos sobre la salud humana (p. ej., cáncer, reproducción, etc.). La investigación de laboratorio todavía se persigue para identificar posibles mecanismos de interacción. Sin embargo, aparte del calentamiento térmico para frecuencias de microondas, no existe un mecanismo de acción acordado. En consecuencia, nuestra base de conocimientos se ha desarrollado completamente con observaciones fenomenológicas. Debido a este hecho, no es posible predecir cómo los efectos biológicos no térmicos pueden diferir de una modalidad de exposición a otra. Es especialmente difícil, debido a la pequeña base de datos para pulsos rápidos, predecir efectos biológicos que podrían estar asociados con pulsos de alta potencia de duración extremadamente corta.

Sin embargo, existe una percepción creciente de que la irradiación por microondas y la exposición a campos de baja frecuencia pueden estar involucradas en una amplia gama de interacciones biológicas. Algunos investigadores están incluso comenzando a describir similitudes entre la irradiación por microondas y las drogas respecto a sus efectos en los sistemas biológicos. Por ejemplo, algunos sugieren que la densidad de potencia y la tasa de absorción específica de la irradiación por microondas pueden considerarse análogas a la concentración de la solución de inyección y la dosis del fármaco

administración, respectivamente. Claramente, los efectos de las microondas sobre el tejido cerebral, la química y las funciones son complejos y selectivos. Las observaciones del peso corporal y el comportamiento revelaron que las ratas, expuestas bajo ciertas condiciones a microondas, comen y beben menos, tienen menor peso corporal como resultado de un estrés inespecífico mediado a través del sistema nervioso central y presentan disminución de la actividad motora. Se ha encontrado que

exposición de los animales a una modalidad de energía electromagnética de radiofrecuencia reduce sustancialmente el comportamiento agresivo durante la exposición. Sin embargo, también se han mostrado los efectos opuestos de las microondas, al aumentar la movilidad y la agresividad de los animales, para una modalidad de exposición diferente. Datos publicados recientes implican las microondas como un factor relacionado con un déficit en la función de la memoria espacial. Se observó un tipo similar de efecto con la exposición a un campo magnético de frecuencia extremadamente baja "ajustado a resonancia". Así, la base de datos está repleta de observaciones fenomenológicas de sistemas biológicos "afectados" por la exposición a la energía electromagnética. (El hecho de que un sistema biológico responda a una influencia externa no se traduce automáticamente ni fácilmente a la sugerencia de una influencia adversa sobre la salud.) El objetivo del presente estudio fue identificar información a partir de esta comprensión en desarrollo de los efectos electromagnéticos sobre los sistemas animales que pudiera acoplarse con las susceptibilidades biológicas humanas. Las situaciones en las que se da la intersección de estos dos ámbitos coexisten proporcionan posibilidades de uso en aplicaciones no letales.

Efecto incapacitante: Calentamiento por microondas

El calentamiento corporal para imitar una fiebre es la naturaleza de la incapacitación por RF. El objetivo es proporcionar calentamiento de una manera muy controlada para que el cuerpo reciba un calentamiento casi uniforme y no se dañen órganos. Se consideran adecuadas temperaturas centrales de aproximadamente 41° C. A esa temperatura se producirá una conducta considerablemente alterada en el individuo. La mayoría de las personas, en condiciones de fiebre, se vuelven mucho menos agresivas; algunas personas pueden volverse más irritables. Las sensaciones subjetivas producidas por esta acumulación de calor son mucho más desagradables que las que acompañan a la fiebre. En la hipertermia, todos los

efector procesos se llevan al máximo esfuerzo, mientras que en la fiebre no. También es posible que la hipertermia por microondas (incluso con solo un aumento de 1° C en la temperatura cerebral) pueda alterar la memoria de trabajo, dando así lugar a la desorientación.

Objetivo Biológico / Funciones Normales / Estado de la Enfermedad

La temperatura de los animales de sangre caliente (homeotermos) como los humanos permanece prácticamente inalterada, aunque la temperatura ambiente puede variar considerablemente. La temperatura corporal normal humana registrada en la boca suele indicarse como 37° C, con la temperatura rectal un grado más alta. La variación entre individuos suele estar entre 35.8° C y 37.8° C a nivel oral. Las variaciones también ocurren en cualquier individuo a lo largo del día: una diferencia de 1.0° C o incluso 2.0° C entre el máximo en la tarde avanzada o a principios de la noche y el mínimo entre las 3 y las 5 en punto de la mañana. El ejercicio muscular intenso provoca un aumento temporal de la temperatura corporal que es proporcional a la gravedad del ejercicio; el nivel puede llegar a ser tan alto como 40.0° C.

Estrés extremo por calor, de modo que se supera la capacidad del cuerpo para perder calor, causa un aumento patológico de la temperatura corporal. Las sensaciones subjetivas producidas por esta acumulación de calor son mucho más desagradables que las que acompañan a la fiebre. En la hipertermia todos los procesos efectores se encuentran sometidos al máximo, mientras que en las fiebres no. La temperatura límite para la supervivencia, sin embargo, es la misma en ambos casos: una temperatura corporal de 42° C. Durante períodos breves, se ha sabido que las personas sobreviven a temperaturas tan altas como 43 °C.

En la hipertermia prolongada, con temperaturas superiores a 40° C a 41° C, el cerebro sufre daños graves que usualmente llevan a la muerte. Los períodos de hipertermia van acompañados de edema cerebral que daña las neuronas, y la víctima presenta desorientación, delirio y convulsiones. Este síndrome se denomina popularmente golpe de sol, o insolación, dependiendo de las circunstancias. Cuando la hipertermia se prolonga, el daño cerebral interfiere con los mecanismos centrales de termorregulación. En particular, cesa la secreción de sudor, de modo que la condición se agrava aún más.

Mecanismo para Producir los Efectos Deseados

Este concepto se basa en aproximadamente 40 años de experiencia con los efectos de calentamiento de las microondas. Se han realizado numerosos estudios en animales para identificar características importantes para comprender la deposición de energía en animales. Como resultado de la física, la relación entre el tamaño del animal y la longitud de onda de la energía de radiofrecuencia es lo más importante. De hecho, las directrices de exposición humana a la radiación de radiofrecuencia se diseñan a partir del conocimiento de la absorción diferencial en función de la frecuencia y el tamaño corporal. El desafío consiste en minimizar el tiempo para lograr el efecto sin causar lesiones permanentes en ningún órgano ni en el cuerpo total, y optimizar la función del equipo. La orientación de la energía incidente respecto a la orientación del animal también es importante.

En un estudio del efecto de la radiación de RF sobre la temperatura corporal en el macaco Rhesus, se elige a propósito una frecuencia (225 MHz) que deposita energía en profundidad dentro del cuerpo del animal. Una tasa de dosis de 10 W/kg hizo que la temperatura corporal aumentara hasta 42° C en poco tiempo (10-15 min). Para evitar efectos adversos irreversibles, la exposición se interrumpió cuando se alcanzó una temperatura de 42° C. Una tasa de dosis más baja de 5 W/kg hizo que la temperatura aumentara a 41.5° C en menos de 2 horas. La naturaleza reversible

de esto de esta respuesta se demostró mediante la caída rápida de la temperatura corporal cuando la RF la exposición se interrumpió antes de alcanzar una temperatura crítica de 42° C. Se estima para ratas que la dosis convulsiva umbral absorbida se sitúa entre 22 y 35 J/g para duraciones de exposición de menos de un segundo a 15 minutos. Para una exposición de 30 minutos, la dosis umbral absorbida para la disminución de la resistencia es cercana a 20 J/g, el umbral para el paro del trabajo es aproximadamente 9 J/g y el umbral para la perturbación del trabajo varía de 5 a 7 J/g. Todas las medidas anteriores, excepto las convulsiones, son tipos de incapacitación no letal.

Una estimación aproximada de la potencia requerida para calentar a un ser humano para esta tecnología es del orden de 10 W/kg, dada una activación del objetivo de aproximadamente 15 a 30 minutos. Niveles reales de potencia

dependen de factores climáticos, la vestimenta y otras consideraciones que afectan la pérdida de calor del individuo involucrado. Un método para expresar la tasa de dosis en términos de superficie corporal (es decir, vatios por metro cuadrado) en lugar de la masa corporal (es decir, vatios por kilogramo) permitiría una predicción más fiable de los efectos térmicos entre especies. Sin embargo, existen grandes incertidumbres en la capacidad de extrapolar efectos termorregulatorios en animales de laboratorio a los seres humanos.

Esta tecnología es una adaptación de tecnología que ha existido durante muchos años. Es bien sabido que las microondas pueden usarse para calentar objetos. No solo se utiliza la tecnología de microondas para cocinar alimentos, sino que también se emplea como una fuente dirigida de calefacción en muchas aplicaciones industriales. Incluso fue objeto de la "Propuesta Pound" hace algunos años, en la que la idea era proporcionar calefacción residencial a las personas, no a la vivienda. Debido a la naturaleza aparentemente segura del calentamiento del cuerpo mediante técnicas de microondas, se están explorando una variedad de usos innovadores de la energía EM para aplicaciones humanas. La aplicación no letal implicaría un conjunto de microondas altamente sofisticado que puede usarse para proyectar microondas con el fin de proporcionar un calentamiento controlado de las personas. Este calentamiento controlado elevará la temperatura central de los individuos a un nivel predeterminado para imitar una fiebre alta con la intención de obtener una ventaja psicológica/capacidad sobre el enemigo, sin infligir fuerza letal. El concepto de calentamiento es claro; el reto es identificar y producir la combinación correcta de frecuencias y niveles de potencia necesarios para realizar el calentamiento remoto sin dañar órganos específicos en las personas iluminadas por el haz.

Una variedad de factores contribuyen a la atractividad de esta tecnología no letal. En primer lugar, se basa en un efecto bien conocido, el calentamiento. Cada humano está sujeto a los efectos del calentamiento; por lo tanto, tendría una calificación de predictibilidad del 100%. El tiempo de inicio probablemente se pueda diseñar para estar entre 15 y 30 minutos; sin embargo, el tiempo es objeto de investigación adicional para maximizar el calentamiento mientras se minimizan efectos adversos del calentamiento localizado. El inicio puede ser lo suficientemente lento y/o de tal frecuencia que pase desapercibido para la(s) persona(s) irradiada(s). La seguridad de los inocentes podría mejorarse con la aplicación y el desarrollo adicional de tecnologías de detección avanzadas. El tiempo de incapacitación podría extenderse a casi cualquier período deseado compatible con la seguridad. (Dado el I+D adecuado, la temperatura u otros signos vitales podrían ser monitorizados de forma remota, y la temperatura podría mantenerse en un punto mínimo eficaz).

Tiempo de Inicio

El tiempo de inicio es una función del nivel de potencia utilizado. Un calentamiento uniforme cuidadosamente monitorizado podría ocurrir probablemente en entre 15 y 30 minutos. El tiempo de inicio podría reducirse, pero con un mayor riesgo de efectos adversos. El tiempo mínimo depende del nivel de potencia del equipo y de la eficiencia del dispositivo de alineación.

Duración del Efecto

Suponiendo que el calentamiento se realice con cuidado, la reversión de la temperatura corporal elevada comenzaría tan pronto como se retire la fuente de calor.

Tunable?

Este concepto es ajustable en el sentido de que se puede obtener cualquier tasa de calentamiento, hasta la capacidad máxima de la fuente. Por lo tanto, es adecuado para su uso en un enfoque de fuerza gradual o "rectificador". Si la situación lo permite y la fuente es lo suficientemente poderosa, existe la posibilidad de usar esta tecnología también en un modo letal. Una temperatura corporal prolongada por encima de 43 °C es casi segura de provocar daño permanente al cerebro y la muerte.

Distribución de las sensibilidades humanas a los efectos deseados

No se ha identificado ninguna razón que sugiera que alguien sería inmune a esta tecnología. Las personas con mecanismos termorreguladores comprometidos serían susceptibles con una menor densidad de energía incidente. Esto incluiría a personas con daño orgánico al hipotálamo, la parte del cerebro que integra los mecanismos autonómicos que controlan la pérdida de calor, así como personas con rasgos somáticos comprometidos de pérdida de calor (p. ej., respiración, equilibrio hídrico, etc.).

Las tecnologías necesarias para el concepto de tecnología térmica están relativamente bien desarrolladas debido al conocido mecanismo biofísico, la susceptibilidad universal de los humanos al mecanismo de calentamiento y a una base tecnológica bien desarrollada para la producción de radiación de radiofrecuencia. Debido a que el cuerpo humano es inhomogéneo, ciertos órganos son, por su tamaño y geometría, más fácilmente acoplables a una longitud de onda de radiofrecuencia que a otra. Por lo tanto, para evitar daño permanente al sospechoso o a transeúntes inocentes, puede ser necesario variar la frecuencia para evitar calentamiento localizado y daño subsiguiente a cualquier órgano. Además,

lo será necesario evitar las condiciones que se piensa están asociadas con la inducción de cataratas. Por lo tanto, aunque la tecnología de calentamiento por microondas, en general, está madura, la adaptación como tecnología no letal requerirá cálculos biofísicos sofisticados para identificar el régimen adecuado de frecuencias e intensidades de microondas; también será necesario optimizar el hardware existente para cumplir con los requisitos biofísicos.

Influencia posible en el/los sujeto(s)

Si la tecnología funciona aproximadamente como se imagina, el individuo objetivo podría quedar incapacitado en 15 a 30 minutos. Como esta tecnología se centra en un inicio relativamente lento, solo debe usarse en situaciones en las que la velocidad no es importante. La naturaleza muy incómoda de una temperatura corporal alta puede ser útil en negociaciones o posiblemente para el control de multitudes. También sería igualmente útil en personas individuales o multitudes. La evidencia también indica una interrupción de la memoria de trabajo, por lo que puede ocurrir desorientación debido a la incapacidad de consolidar la memoria de los momentos recientes (minutos) pasados.

Estado tecnológico del generador/dispositivo de puntería

El equipo necesario para explorar este concepto en el laboratorio está disponible hoy. El diseño y la construcción del generador RF/microwave dependerán de las restricciones impuestas por los cálculos, los posibles dispositivos de generación y las estructuras de dirección de energía. Una variedad de

existen opciones para ambas necesidades de equipo. Será necesario el uso de generación y amplificación de RF de frecuencia avanzada y ágil en modulación para evaluar plenamente el envolvente de frecuencia/potencia/tiempo de los perfiles de calentamiento por RF requeridos. Aunque gran parte del equipo está disponible comercialmente, es probable que se necesite hardware y software a medida.

será necesario porque el equipo disponible no ha sido diseñado con la necesidad de variabilidad de frecuencia/intensidad, la cual probablemente será necesaria por motivos de seguridad. Además, el diseño de antenas y otras estructuras que dirigen la energía casi con seguridad involucrará configuraciones únicas. Dado que esta tecnología utiliza energía de radiofrecuencia, puede ser neutralizada mediante el uso de blindajes proporcionados por barreras conductoras como metal o malla metálica.

Efecto incapacitante: Audición por microondas

La audición por microondas es un fenómeno descrito por observadores humanos como sensaciones de zumbidos, tic tac, siseo o golpes que se originan dentro o inmediatamente detrás de la cabeza. No hay sonido que se propague por el aire como un sonido normal. Esta tecnología, en su forma más cruda, podría usarse para distraer a las personas; si se perfecciona, también podría usarse para comunicarse directamente con rehenes o secuestradores mediante código Morse u otro sistema de mensajería,

otro sistemas de mensajería, posiblemente incluso por comunicación de voz.

Objetivo Biológico/Funciones normales/Estado de enfermedad

Esta tecnología hace uso de un fenómeno descrito por primera vez en la literatura hace más de 30 años. Se escucharon diferentes tipos de sonidos dependiendo de las particularidades de las características de los pulsos. Se realizaron varios experimentos en humanos y animales de laboratorio para explorar el origen de este fenómeno. En este momento, prácticamente todos los investigadores que han estudiado el fenómeno aceptan que la expansión termoeléctrica del cerebro, la onda de presión de la cual es recibida y procesada por el sistema micromorneano coclear, es el mecanismo de la percepción acústica de pulsos cortos de energía RF. Un estudio (en 1975)

utilizando voluntarios humanos, identificó el umbral energía de respuestas auditivas de microondas en humanos como función de la anchura de pulso para energía de radiofrecuencia de 2450 MHz. También es se encontró que unos 40 J/cm² de energía incidente, densidad de energía por pulso requerida.

Mecanismo para producir los efectos deseados

Después de que se descubrió el fenómeno, se propusieron varios mecanismos para explicar la audición de campos RF pulsados. La expansión termoeléctrica dentro del cerebro en respuesta a pulsos RF se estudió y demostró primero en materiales inertes y se propuso como el mecanismo de audición de campos RF pulsados. Se genera una onda de presión en la mayoría de materiales sólidos y líquidos por un pulso de energía RF, una onda de presión que es varias órdenes de magnitud mayor en amplitud que la que resulta de la presión de radiación o de fuerzas electrostrictivas. Las características del micrófono coclear inducido por el campo en cobayas y felinos, la relación entre duración de pulso y umbral, mediciones físicas en agua y en materiales que simulan tejido, así como numerosos fenómenos teóricos. cálculos, todo apunta a la expansión termoeléctrica como el mecanismo de la audición

Los científicos han determinado el umbral ^{nivel de energía para observadores humanos expuestos a} campos de 2450 MHz pulsados (anchos de pulso de 0.5 a 32 micras). Encontraron que, independientemente del pico de densidad de potencia y del ancho de pulso, el umbral por pulso para un sujeto normal es cercano a 20 mJ/kg. La elevación media de la temperatura cerebral asociada con un pulso apenas perceptible se estimó en aproximadamente $5 \times 10^{-2}^{\circ} \text{C}$.

Tiempo de inicio

La naturaleza física de esta expansión termoelástica dicta que los sonidos se escuchan cuando los pulsos individuales son absorbidos. Por lo tanto, el efecto es inmediato (dentro de milisegundos). Se ha expuesto a energía de RF que dio lugar a la producción de sonidos.

Duración del efecto

La audición por microondas dura solo mientras dura la exposición. No hay efecto residual después de la cesación de la energía RF.

Ajustabilidad

El fenómeno es ajustable en el sentido de que los sonidos característicos y sus intensidades dependen de las características de la energía RF suministrada. Dado que la frecuencia del sonido escuchado depende de las características de pulso de la energía RF, parece posible que esta tecnología pueda desarrollarse hasta el punto de que las palabras se transmitan para ser escuchadas como la palabra hablada, excepto que solo podría escucharse dentro de la cabeza de una persona. En un experimento, se demostró con éxito la transmisión de palabras del uno al diez usando energía de microondas "modulada por voz". Los micrófonos siguientes

al ☐ la persona que experimenta la voz no pudo captar el sonido. Desarrollo adicional de esto abriría una amplia gama de posibilidades.

Distribución de las sensibilidades humanas a los efectos deseados

Debido a que el fenómeno actúa directamente sobre los procesos cocleares, las ondas de presión termoelásticas producen sonidos de frecuencias variables. Muchos de los ensayos realizados para evaluar el fenómeno produjeron sonidos en el rango de 5 kHz y superiores. Dado que se sabe que los humanos experimentan una amplia gama de pérdidas auditivas debido a daños cocleares, es posible que algunas personas puedan oír sonidos inducidos por RF que otros con pérdida de audición de alta frecuencia no pueden. Por lo tanto, existe un rango probable de sensibilidad, principalmente basado en el tipo de pulso y la condición de la cóclea. Se ha demostrado que la destrucción bilateral de la cóclea anula todos los estímulos auditivos inducidos por RF.

Recuperación/Seguridad

Las personas han estado expuestas a este fenómeno durante muchos años. La deposición de energía necesaria para producir este efecto es tan pequeña que no se considera una experimentación peligrosa al investigar respuestas en niveles apenas perceptibles.

Posible influencia en el sujeto(s)

La aplicación de la tecnología de audición por microwaves podría facilitar un mensaje privado transmisión. Puede ser útil proporcionar una condición disruptiva a una persona que no esté al tanto de la tecnología. No solo podría ser disruptiva para el sentido de la audición, podría ser psicológicamente devastadora si alguien de repente oyera «voces dentro de su cabeza».

Estado tecnológico del generador/dispositivo de puntería

Esta tecnología no requiere extrapolación para estimar su utilidad. La energía de microondas puede aplicarse a distancia, y la tecnología adecuada puede adaptarse a partir de unidades de radar existentes. Los dispositivos de puntería también están disponibles, pero para circunstancias especiales que requieren una especificidad extrema, podría ser necesario un desarrollo adicional. Se requeriría una especificidad direccional extrema para transmitir un mensaje a un solo rehén rodeado por sus captores. Las señales pueden transmitirse a largas distancias (cientos de metros) utilizando la tecnología actual. Distancias más largas y tipos de señales más sofisticados requerirán equipo más voluminoso, pero parece posible transmitir algún tipo de señales a rangos más cercanos utilizando equipo portátil de mano.

Alcance

El eficaz alcance podría ser de cientos de metros.

Efecto incapacitante: interrupción del control neural

La naturaleza de la incapacitación es una sincronización rítmica-actividad de las neuronas cerebrales que interrumpe el control cortical normal de las vías corticospinal y corticobulbar: esto interrumpe el funcionamiento normal de las neuronas motoras en la médula espinal que controlan la contracción muscular y los movimientos del cuerpo. Las personas que padecen esta condición pierden el control voluntario de su cuerpo. Esta sincronización puede ir acompañada de una pérdida repentina de conciencia y espasmos musculares intensos.

Objetivo Biológico/Funciones normales/Estado de enfermedad

La función normal del cerebro es controlar todas las formas de comportamiento, el control voluntario del cuerpo y los parámetros homeostáticos del organismo. En condiciones normales, todas las estructuras cerebrales, poblaciones neuronales, redes y unidades individuales funcionan con una actividad rítmica específica dependiendo de la información sensorial entrante, información de estructuras mnémicas y señales de órganos viscerales. Cada neurona individual proporciona un procesamiento específico de la información que recibe y forma un patrón específico de disparo de impulsos como información saliente. La sincronización de la actividad neuronal es un mecanismo natural de la función cerebral que utiliza procesos de control como la motivación, la atención y la memoria (experiencia) para organizar el comportamiento. Por ejemplo, los procesos motivacionales se consideran como señales ascendentes que activan la sincronización de la actividad de las neuronas de estructuras cerebrales específicas y redes neuronales; esta activación/sincronización a su vez activa formas específicas de comportamiento como actividades sexuales, agresivas, ingestas.

En el funcionamiento normal, el grado de sincronización neuronal está altamente controlado. A partir de experimentos que registran simultáneamente la actividad neuronal en distintas áreas del cerebro en animales, se sabe que la correlación de la actividad de descarga entre neuronas (medida por el nivel de correlación de la sincronización) cambia según la fase del comportamiento, la motivación, la atención o la activación de los procesos de memoria. Sin embargo, bajo algunas condiciones, como el estrés físico, el shock térmico o el fuerte estrés emocional, el nivel de sincronización puede volverse más alto, implicando grandes poblaciones no específicas de neuronas cerebrales y la sincronización puede volverse incontrolable.

Dependiendo de a qué frecuencia ocurre el ritmo de sincronización y de cuántas neuronas estén implicadas, puede producir distintos efectos físicos: debilidad muscular, contracciones musculares involuntarias, pérdida del conocimiento o espasmos musculares intensos (tónicos). El mayor nivel de sincronización tiene lugar en las personas afectadas por la epilepsia cuando experimentan convulsiones periódicas, ya que tienen una fuente patológica (p. ej., por una lesión en el cerebro) de sincronización rítmica. Debido a que los mecanismos neurofisiológicos de la sincronización epileptiforme están mejor documentados, esta tecnología incapacitante se describe en términos de epileptogénesis.

Los mecanismos neurofisiológicos activos en la epileptogénesis implican cambios en las conductancias de membrana y alteraciones de los neurotransmisores al afectar a la neurona

interacción. En el proceso de epileptogénesis, o bien algunas neuronas están descargando demasiado

neurotransmisión. fácilmente debido a alteraciones en las conductancias de membrana o existe una falla de la inhibición. Las descargas reales se han reconocido como resultado de un cambio en la despolarización neuronal con sincronía eléctrica en poblaciones celulares relacionadas, en parte, con cambios en las conductancias de membrana. La base iónica y el sustrato bioquímico de esta activación han sido áreas de estudio considerable, pero todavía dejan muchas preguntas sin respuesta. ¿Cuáles son las propiedades celulares básicas, presentes en células y tejidos normales, que podrían contribuir a la generación de actividad anormal? ¿Qué partes de los sistemas tienen umbral bajo y funcionan como elementos desencadenantes?

Una de las hipótesis actuales está relacionada con la microcircuitaría, en particular con las interacciones sinápticas locales en las estructuras de los sistemas neocortical y límbico. En el hipocampo, el papel de, basado en el elemento desencadenante, se ha atribuido durante mucho tiempo a las células piramidales CA3—una hipótesis sobre el hecho de que la descarga espontánea de estallidos sincrónicos puede establecerse en neuronas CA3. Algunos estudios describen un tipo de célula con estallidos intrínsecos en el neocórtex que desempeña un papel similar al de las células CA3 en el hipocampo y el de las células profundas en

la corteza piriforme. La naturaleza intrínseca de estas células parece ser una contribución importante de la contribución al establecimiento de estallidos sincronizados en estas regiones. Otro requisito aparente en una población así es que exista, en cierta medida, interacción sináptica entre neuronas, de modo que la descarga de incluso una sola célula reclute la actividad de sus vecinas.

Dado el desarrollo de estas células con estallidos y la aparición de interacciones excitatorias entre ellas en tejido normal, podría ser en realidad el sustrato morfológico para las descargas epileptiformes.

(NMDA) Otra hipótesis se ha centrado en particular en el papel de los receptores de N-metil-D-aspartato. Varios factores regulan la eficacia de los receptores NMDA: su

bloqueo dependiente de voltaje por magnesio y modulación por glicina y poliaminas. Por ejemplo, en el modelo de bajo magnesio, la descarga de estallido sincrónico espontáneo en poblaciones de células piramidales hipocámpales es sensible a antagonistas de NMDA. Ese hallazgo sugiere que es la apertura de los canales NMDA, al aliviar el bloqueo de magnesio, lo que facilita la actividad epileptiforme.

También se está prestando atención significativa en la literatura a los receptores de ácido gamma-aminobutírico (GABA) para el posible papel en el control de la excitabilidad. Cambios en la eficacia inhibidora de GABA pueden conducir a efectos importantes en la excitabilidad del sistema. Los potenciales postsinápticos inhibidores GABAérgicos (IPSP) han demostrado ser bastante

inestables en respuesta a la activación repetitiva de poblaciones de células corticales, como puede ocurrir durante descarga epileptiforme. Los científicos han mostrado que incluso un pequeño cambio porcentual en la inhibición de GABA puede tener efectos profundos en la epileptogénesis neocortical. Estos cambios en la inhibición GABAérgica pueden ser la clave para una explicación de cómo los patrones de descarga repetidos dan lugar a la descarga ictal. Además, parece haber un aumento significativo en la frecuencia de potenciales postsinápticos excitatorios (EPSP) antes del inicio de la convulsión, una observación que es consistente con la pérdida de la eficacia de IPSP antes del inicio ictal.

Las hipótesis anteriores describen diferentes mecanismos de epileptogénesis, pero es muy posible que todos estos mecanismos ocurran, y reflejan una gran variedad de tipos de convulsiones epilépticas. El principio común de los mecanismos propuestos es el cambio de las propiedades de la membrana (es decir, conductancia, permeabilidad, etc.) de ciertas neuronas que resulta en despolarización y descarga en estallidos. Algunos factores (p. ej., trauma) pueden afectar estas neuronas específicas e iniciar la sincronía para neuronas que controlan la comunicación interna y la comunicación con varios sistemas musculares no asociados con funciones vitales (p. ej., latidos cardíacos, respiración). Los campos eléctricos pulsados de alta intensidad también podrían ser un factor.

Mecanismo para reproducir los efectos deseados

La aplicación de pulsos electromagnéticos es también una tecnología conceptual no letal que utiliza energía electromagnética para inducir sincronía neural y la interrupción del control voluntario de los músculos. La eficacia de este concepto no ha sido demostrada. Sin embargo, a partir de trabajos anteriores al evaluar el potencial de generadores de pulsos electromagnéticos para afectar a los humanos, se estima que se pueden generar campos internos suficientemente fuertes dentro del cerebro para desencadenar neuronas. Se estima que se requieren entre 50 y 100 kV/m de campo libre de pulsos muy afilados (~1 ns) para producir un potencial membránico celular de aproximadamente 2 V; esto probablemente sería suficiente para desencadenar neuronas o hacerlas más susceptibles a dispararse.

El concepto de pulso electromagnético es aquel en el que un pulso electromagnético de alta tensión muy rápido (marcado en nanosegundos) se repite a la frecuencia de las ondas cerebrales alfa (alrededor de 15 Hz). Se sabe que una frecuencia similar de parpadeo de luz puede activar a personas sensibles (aquellas con algún grado de epilepsia fotosensible) en una convulsión y se piensa que al usar un método que podría activar directamente las sinapsis nerviosas con un campo eléctrico, esencialmente el 100% de las personas serían susceptibles a la inducción de convulsiones. El fenómeno de convulsión inducida por la luz se confirmó.

de forma demostrable el 16 de diciembre de 1997 en la televisión japonesa, cuando cientos de espectadores de un popular programa de dibujos animados fueron sometidos, sin querer, a la inducción de una crisis fotosensible (figura 31). La crisis inducida por estímulos luminosos es indirecta en el sentido de que el ojo debe recibir y transmitir los impulsos que inicialmente activan una porción del cerebro asociada con el nervio óptico. A partir de ese punto, la excitabilidad se propaga a otras porciones del cerebro. Con el concepto electromagnético, la excitación actúa directamente sobre el cerebro y todas las regiones se excitan

de manera simultánea. El inicio de la sincronía y la alteración de ~~muscular~~ el control se prevé que sea casi instantáneo. Los tiempos de recuperación se espera que sean consistentes con, o más rápidos que, los que se observan en las crisis epilépticas.

Tiempo hasta el inicio

No hay evidencia experimental disponible para este concepto. Sin embargo, la latencia del inicio de las crisis inducidas por la luz en epilépticos fotosensibles varía de 0.1 a aproximadamente 10 segundos. Debido al hecho de que los impulsos eléctricos desencadenados por la luz deben propagarse a otras partes del cerebro, se espera que las crisis inducidas por estímulos luminosos tengan, en general, un inicio más lento que la sincronía neuronal inducida por campos eléctricos pulsados de alta intensidad.

Duración del efecto

Para las personas epilépticas, la duración típica de un evento de petit mal o de un evento psicomotor es de 1 minuto o 2, posiblemente más, mientras que la duración de una crisis de gran mal es de 1 a 5 minutos. En una persona no epiléptica a la que se le induce por medios electromagnéticos, se espera que las duraciones de los distintos eventos sean aproximadamente las mismas que los eventos de la persona epiléptica después de que se retire la excitación externa.

Adaptabilidad

Hay muchos grados de crisis epilépticas en personas enfermas y parece razonable que la estimulación electromagnética de la sincronía neuronal pueda ser ajustable en cuanto al tipo y al grado de influencia corporal, dependiendo de los parámetros asociados con el estímulo elegido. Debido a que no hay datos reales sobre los que basarse, estas afirmaciones deben considerarse tentativas. Se sabe que, en el estudio de las crisis inducidas por estímulos luminosos, los parámetros pueden variarse de modo que la persona objeto de estudio no llegue realmente a sufrir una crisis de gran mal. Este conocimiento da confianza en que la tecnología propuesta sería ajustable.

Distribución de las sensibilidades humanas a los efectos deseados

Se anticipa que el 100% de la población sería susceptible. El mecanismo es uno que podría actuar simultáneamente sobre muchas células neuronales individuales y, por tanto, no depende de la propagación de regiones de actividad eléctrica como en el estado de la enfermedad.

Posible influencia sobre los sujetos(s)

Si la tecnología funciona aproximadamente como se imagina, la persona objetivo podría quedar incapacitada muy rápidamente. Debido a que no se han reportado estudios que utilicen la

condiciones especificadas, se requiere trabajo experimental para caracterizar el tiempo de inicio. Diferentes tipos de tecnologías podrían emplearse para influir en áreas amplias o en individuos aislados. Debido a que esta tecnología se considera ajustable, la influencia sobre los sujetos podría variar desde una ligera interrupción de la concentración hasta espasmos musculares y pérdida de conciencia. El sujeto/los sujetos tendrían diferentes grados de control voluntario dependiendo del grado escogido de incapacitación.

Estado tecnológico del Generador/Dispositivo de Apuntamiento

Una intensidad de campo eléctrico de aproximadamente 100 kV/m durante un periodo de 1 nanosegundo es aproximadamente la condición que se piensa necesaria para producir el efecto deseado cuando se aplica a una tasa de repetición general de 15 Hz. Dicho campo puede desarrollarse utilizando una fuente pulsada de alta potencia similar a un radar o un generador de pulsos magnéticos operado a 15 Hz. Estas tecnologías existen hoy en día lo suficiente como para evaluar el concepto de desactivación. Los requerimientos de energía no son altos porque el factor de carga es muy bajo. Los dispositivos de apuntado están disponibles actualmente, pero se requerirá un alto grado de direccionalidad a largas distancias, lo que necesitará desarrollo. Puede ser necesario proporcionar ráfagas de estos pulsos de nanosegundo para estimular el efecto deseado. A medida que aumenta el tiempo de tarea, también aumenta la demanda de potencia para la fuente de alimentación. Debido a que no hubo informes de literatura abierta de los que inferir, hay cierta incertidumbre sobre los niveles de potencia requeridos.

Alcance

La efectiva el alcance podría ser de cientos de metros.

Capacidades/Limitaciones de Defección

El blindaje puede proporcionarse mediante barreras conductoras como metal o malla metálica. Existe una serie de fármacos capaces de inducir convulsiones y otros, como fenobarbital, difenilhidantoína, trimetadiona, 2-4 dinitrofenol y acetazolamida, que son anticonvulsivos. Se sabe que los fármacos anticonvulsivos ayudan a reducir el efecto de las convulsiones en pacientes epilépticos, pero su capacidad para reducir el efecto de la tecnología propuesta es desconocida (posible sin efecto) pero se espera que sea menor que para convulsiones inducidas por fotocidad.

Efecto incapacitante; Energía acústica

La naturaleza de la incapacitación consiste en sensaciones de presión severas, nistagmo (movimiento espasmódico e involuntario de los ojos) y náuseas causadas por intensidades altas de 9140-155 dB). El nistagmo ocurre cuando se producen corrientes de convección (movimiento de la copa) en el conducto auditivo lateral. Este movimiento de la copa hace que los ojos se muevan involuntariamente; por lo tanto, el mundo externo se interpreta como que se mueve. La persona expuesta a estos niveles de sonido experimenta náuseas.

Objetivo biológico/Funciones normales/Estado de enfermedad

Los dos canales semicirculares laterales, uno situado en cada oído interno, alertan a una persona de que su cabeza erguida está experimentando una aceleración angular. Dentro de la ampolla del canal hay varias llamadas células ciliadas. Las cilias de estas células sobresalen hacia la luz de la ampolla, donde están encajadas en una masa de material gelatinoso (la cúpula), que está unida a la pared opuesta del canal. A medida que la cabeza acelera, las cilias se doblan por una fuerza inercial de la cúpula y por el líquido viscoso en la luz del canal. El doblamiento de las cilias excita a las células ciliadas, que a su vez excitan a las neuronas aferentes; estas, entonces, alertan al cerebro de que ha ocurrido un cambio de posición de la cabeza. Se producen eventos similares cuando la cabeza deja de moverse. El resultado de un estímulo fuerte de las células ciliadas en el cerebro es un movimiento rápido de los ojos,

náuseas y vómitos, una sensación de mareos y desorientación, y la posibilidad de náuseas y vómitos.

La audición normal está en el rango entre las frecuencias de 20,000 a 16,000 Hz, con la sensibilidad óptima para la mayoría de las personas entre las frecuencias de 500 a 6000 Hz.

Mecanismo para Producir los Efectos Deseados

Debido al extremo, los órganos para la percepción acústica y vestibular están tan estrechamente relacionados, la estimulación acústica intensa puede producir efectos vestibulares. La hipótesis es que el sonido de intensidad normal produce oscilaciones de la endolinfa y la perilinfa, compensadas por las oscilaciones de la ventana redonda. El sonido de alta intensidad produce corrientes de Foucault, que son desplazamientos rotacionales localizados del fluido. El sonido de alta intensidad también puede producir un desplazamiento no lineal del estribo, causando un desplazamiento de volumen, cuyo resultado puede ser un vacío de fluido en el laberinto. Para rellenar el vacío, el fluido puede desplazarse a lo largo del conducto endolinfático y/o bloquear las vías capilares, lo que, a su vez, podría estimular los receptores vestibulares. La estimulación de los receptores vestibulares puede provocar náuseas y vómitos si el nivel de presión sonora es lo bastante alto. Concluir que tanto las corrientes de Foucault como el desplazamiento de volumen sirven para estimular los receptores vestibulares en humanos cuando se expone a niveles elevados de ruido.

Un estudio encontró nistagmo en cobayas expuestas a altos niveles de infrasonido mediante la estimulación de los receptores vestibulares. Sin embargo, el mismo laboratorio no pudo producir nistagmo en sujetos humanos con exposiciones de 5 y 10 segundos a un tono puro de 135 dB, ruido de motor de banda ancha, o un tono de 100 Hz a 120 dB, con pulsos tres veces/s o 2 minutos. La misma investigación no pudo provocar nistagmo a niveles de hasta 155 dB, y tampoco produjo nistagmo usando niveles de infrasonido de 112-150 dB en cobayas, monos y humanos. Sin embargo, la investigación con componentes audibles en el espectro sonoro con cobayas y monos produjo nistagmo. Otros investigadores informan de otros efectos vestibulares además del nistagmo en los siguientes umbrales: 125 dB de 200-500 Hz, 140 dB a 1000 Hz y 155 dB a 200 Hz. La disminución de la función vestibular ocurre de forma consistente para niveles de ruido de banda ancha de 140 dB (con protección auditiva).

Los sujetos humanos escucharon niveles muy altos de ruido de baja frecuencia e infrasonido en los modos con protección o sin protección. Una duración de dos minutos de hasta 140 a 155 dB produjo efectos que iban desde molestias leves hasta sensaciones de presión severas, náuseas, arcadas,

y mareos. Los efectos también incluyeron visión borrosa y distorsiones del campo visual en algunas condiciones de exposición. La naturaleza y el grado de todos los efectos dependían tanto del nivel de sonido como de la frecuencia, y los efectos más graves ocurrieron en el rango de frecuencias audibles (en lugar del infrasonido), a niveles por encima de aproximadamente 145 dB. Los investigadores no encontraron ningún desplazamiento temporal del umbral (TTS) entre sus sujetos, y el uso de protectores auditivos alivió en gran medida los efectos adversos.

Desde los primeros días de las pruebas y el mantenimiento de motores a reacción, han aparecido evidencias anecdóticas que vinculan la exposición a ruidos intensos con quejas como mareo, vértigo, náuseas y vómitos. Como resultado del ruido de una sirena a 140 dB, los sujetos informaron de forma consistente una sensación de que los empujaban hacia un lado, generalmente alejándolos del oído expuesto, y un sujeto informó dificultad para mantenerse de pie sobre un solo pie.

Estos efectos no fueron tan dramáticos como los provocados por el ruido del motor a reacción (banda ancha) a 140 dB. Esta investigación concluye que el umbral de disfunción laberíntica es de aproximadamente 135 a 140 dB y que estos efectos ocurren durante, pero no después, la exposición.

Tiempo hasta el inicio

No se identificaron tiempos de inicio de náuseas o nistagmo en la bibliografía, pero se presume que es relativamente inmediato, basándose en los efectos sobre el sistema laberíntico que ocurren durante, pero no después, la exposición a niveles de presión sonora de 135 a 140 dB.

Duración del efecto

La incapacidad dura solo mientras esté presente el sonido incapacitante.

Ajustabilidad

Con base en los datos presentados anteriormente, no está claro si el grado de náuseas o nistagmo es ajustable, pero síntomas similares causados por otros estímulos varían en grado.

Distribución de la sensibilidad humana a los efectos deseados

Es más probable que todas las personas sean susceptibles a este estímulo, con la excepción de aquellas que presenten una enfermedad o defecto (es decir, sordomudos) de alguna parte o partes del sistema vestibular. Los datos mostraron que no hay una disminución consistente de los reflejos vestibulo-oculares con el aumento de la edad.

Recuperación/Seguridad

Las personas normales probablemente se recuperen de inmediato y no experimenten o presenten cambios en la audición no medibles, a menos que se superen factores bien conocidos de frecuencia-intensidad-tiempo. Esto se basa en estudios que no encontraron un desplazamiento temporal del umbral en la audición de sujetos probados a baja frecuencia. El personal de seguridad ocupacional generalmente reconoce que 115

dB(A) debe evitarse y se asume que 70 dB(A) es seguro. Se cree que la energía de ruido con frecuencias predominantes por encima de 500 Hz tiene un mayor potencial de daño auditivo pérdida que la energía a frecuencias más bajas. Las normas ocupacionales para el ruido establecen que una persona puede exponerse de forma continua durante 8 horas a 90 dB(A) o 15 minutos a 115 dB(A).

Posible influencia en el/los sujeto(s)

La inducción de nistagmo y náuseas tendrá efectos variables en individuos. Los efectos pueden ser lo suficientemente incapacitantes como para permitir una ventaja ofensiva; la percepción de malestar puede hacer que un sujeto sea susceptible a la persuasión. Sería difícil orientar a un solo individuo al nivel actual de tecnología de dirección de sonido. Esta tecnología puede ser mejor adecuada para grupos de personas.

Estado tecnológico del generador/dispositivo de apuntado

La tecnología de generación de sonido está bien desarrollada pero no es muy portable. Los dispositivos de apuntado están mal desarrollados.

Alcance

Bajo circunstancias normales el sonido el nivel de presión disminuye 6 dB(A) cuando el distancia desde la fuente se duplica. Por ejemplo, si el sonido es 100 dB(A) a 100 pies, a 200 pies el sonido sería 94 dB(A). A niveles muy altos de sonido, ciertas condiciones pueden provocar efectos no lineales en la propagación y aumentar notablemente la precisión del alcance.

Capacidades/Límites de neutralización

Los efectos negativos del sonido audible disminuyen considerablemente si se usa protección auditiva. El sonido de alta frecuencia se bloquea con mayor facilidad que el de baja frecuencia debido a efectos de longitud de onda.

Efectos Biológicos Inducidos por Láser

Hay tres básicos daño químico, térmico, y mecánico mecanismos h | o acústicos: asociados con la

Los cambios químicos inducidos por láser en el tejido irradiado se denominan daño fotoquímico. La probabilidad de radiación láser en la porción de luz azul del espectro electromagnético (.380 a .550 micrones) de inducir reacciones fotoquímicas disminuye progresivamente con el aumento de la longitud de onda. Los efectos fotoquímicos no

se observan al exponerse a la radiación con longitudes de onda que exceden .550 a .650 micrones debido al cambio la energía asociada con estos fotones es insuficiente para iniciar un fotoquímico cinético.

Por otro lado, el efecto térmico es un mecanismo primario de lesión inducida por láser. La extensión de las lesiones inducidas depende de la longitud de onda y la energía de la radiación incidente, la duración de la exposición y la naturaleza del tejido expuesto y sus características de absorción. En general, este mecanismo predomina en las porciones visibles y del infrarrojo cercano (0.760 a 1.4 micras) del espectro electromagnético y para casi todas las exposiciones continuas (CW) y pulsadas entre 0.1 milisegundos y 1 a 5 segundos.

El tercer mecanismo de lesión asociado con la exposición a la radiación láser es el efecto mecánico o acústico-mecánico. La energía radiante se absorbe en el tejido y, como resultado de una rápida expansión térmica tras un pulso de radiación láser corto (1 nanosegundo a 0.1 milisegundo), se genera una onda de presión que puede provocar una lesión tisular explosiva.

En general, los tres mecanismos operan de forma concurrente en un animal irradiado. Los efectos térmicos actualmente predominan para láseres de onda continua (CW), mientras que los efectos mecánicos tienen mayor importancia en láseres de modo pulsado. Con potencias aún mayores, también se deben considerar fenómenos no lineales como la absorción multiphotón y efectos electromagnéticos.

El órgano más susceptible a la radiación láser externa son la piel y los ojos. La gravedad de la lesión está afectada por la naturaleza del objetivo, la densidad de energía entregada al objetivo, la frecuencia y la potencia del láser, la atenuación atmosférica del haz y el uso de ópticas de filtrado o amplificación por parte del objetivo, etc.

El efecto principal en la piel es daño térmico (quemaduras). La gravedad varía desde eritema leve o enrojecimiento hasta ampollamiento severo o carbonización, dependiendo de factores como la energía total depositada, la pigmentación de la piel y la capacidad del tejido para disipar el calor.

El ojo es particularmente susceptible a pulsos intensos de radiación láser debido a su singular sensibilidad a la luz. El efecto de enfoque es similar al de una lente de aumento, lo que enfoca la energía en un punto particular. Dado que la córnea y el cristalino del ojo amplifican la intensidad de la luz que incide sobre la retina, la retina es extremadamente sensible a la luz visible y del infrarrojo cercano, y el daño a la retina puede resultar en pérdida temporal o permanente de agudeza visual. Las lesiones oculares por láser varían según la potencia incidente, el tamaño del punto, el ángulo del haz, el modo temporal (CW o pulsado) y la frecuencia de repetición de pulsos. Los efectos reportados incluyen lesiones corneales, quemaduras, cataratas y lesiones de retina.

Algunos láseres de alta potencia pueden causar efectos antipersonales por la deposición de energía térmica. Estos láseres deben operar a una longitud de onda que sea fácilmente absorbida por la piel o la córnea. Generalmente incluyen las regiones del infrarrojo lejano y medio (10 a 12 micras y 3 a 5 micras) así como la región ultravioleta (<0.4 micras). Sin embargo, las longitudes de onda ultravioleta generalmente no se propagan bien en la atmósfera, por lo que las longitudes de onda de amenaza primaria a considerar están entre 3 y 12 micras. Aunque relativamente modestas

cantidades de láser de infrarrojo lejano requieren potencias para producir quemaduras superficiales en la piel en corto rango, y los esfuerzos para diseñar armas láser letales por inercia están en curso.

Las armas láser de cegamiento no letales generalmente utilizan haces colimados con una divergencia del haz muy baja, y la energía contenida en el haz disminuye relativamente despacio a grandes distancias. Los sistemas de imagen, como los ojos y los sistemas de visión EO, tienen ópticas de enfoque que llevan la onda plana de luz incidente a concentrarse en el plano del sensor. Esto da como resultado una alta ganancia óptica (mayor que 100.000 para los ojos), lo que hace que el sensor asociado sea vulnerable a fluencias relativamente bajas de energía láser.

Los efectos de los láseres en los ojos son de tres tipos:

- Deslumbramiento o deslumbramiento inducido.
- Cegamiento por destello o pérdida de la adaptación a la oscuridad.
- Cegamiento permanente o semipermanente.

La gravedad de las lesiones oculares por láser varía según la potencia incidente, el tamaño del punto, el ángulo del haz, el diámetro de la pupila (condiciones de luz ambiente), el modo temporal (CW o pulsado) y el PREF del láser. Los efectos reportados incluyen quemaduras corneales, cataratas (una opacidad permanente del cristalino), y quemaduras y perforaciones en la retina. Las armas láser de baja energía son capaces de causar lo último.

La exposición a energías láser relativamente bajas puede producir cambios temporales en la capacidad de ver sin causar lesiones permanentes. La exposición a la luz láser puede producir un efecto llamado deslumbramiento o deslumbramiento (dazzle), que es similar a la pérdida temporal de visión que se experimenta al mirar los faros de un coche que se aproxima. Los efectos visuales duran solo mientras la luz esté presente en el campo de visión (FOV). Con exposiciones a energía ligeramente más altas, la misma radiación láser puede saturar o cegar por destello las células fotorreceptoras, dando lugar a imágenes posteriores,

que se desvanecen con el tiempo después de la exposición. Solo la radiación visible inducirá deslumbramiento por velo o después imágenes; la radiación de infrarrojo cercano no producirá estos efectos aunque la energía radiante alcance las células fotorreceptoras. El cegamiento por destello y el deslumbramiento, aunque no son lesiones permanentes, pueden causar molestias y pérdida temporal de visión. Algunos estudios han mostrado que el deslumbramiento y el cegamiento por destello pueden afectar seriamente el desempeño de la misión, especialmente en tareas muy visuales como pilotar una aeronave o apuntar.

El cegamiento es la pérdida permanente o semipermanente de la agudeza visual. El efecto puede durar desde varias horas en adelante y generalmente se evidencia mediante un punto oscuro en el campo de visión. A este punto se le llama escotoma. El impacto del escotoma en la agudeza visual será

variará con el tamaño y la posición de la lesión. La visión humana se ve muy afectada cuando la lesión láser se produce en el área central de la visión de la retina llamada fovea. El daño láser no foveal puede ser menos severo o incluso pasar desapercibido porque afecta solo la visión periférica. Las lesiones retinianas más graves ocurren cuando la luz incidente es tan intensa que se forma una perforación en la retina, lo que produce una hemorragia en cualquiera de la capa subretiniana o, en los casos más graves, en el humor vítreo del ojo. Exposiciones menos severas dan como resultado lesiones en la retina.

Nota al pie:

1-(U) Este apéndice está clasificado como SOLO PARA USO OFICIAL en su totalidad.

Fecha de corte de información: 17 febrero 1998

~~Derived from: Multiple Sources~~
~~Declassify on: Source marked "OADR"~~
~~Date of Source: 17 February 1998~~

REGRADED NO CLASIFICADO *per NGIC*
EN *6 Dec 98*
BY USAINSCOM FOI/PA
Auth Para 4-102ROL 5200.1R

~~SECRET~~
~~NOFORN~~

