

EFFETS BIOLOGIQUES DE CERTAINES ARMES NON LÉTALES

(extrait d'un document déclassifié en 2006 de l'armée américaine en anglais d'origine et transcrit en français par un traducteur synthétique – quelques corrections manuelles)

Ce complément à l'étude des technologies non létales dans le monde (NGIC-1147-101-98) aborde en résumé certaines des questions les plus souvent posées sur la technologie des armes non létales, les réponses physiologiques observées dans les milieux cliniques du couplage biophysique et la sensibilité du personnel à armes à effets non-létaux. Ces résultats identifient et valident certains aspects de la maturation des technologies non létales susceptibles d'être rencontrées ou utilisées comme effecteurs non létaux à l'avenir, notamment :

- Laser et autres phénomènes lumineux.
- L'énergie dirigée par radiofréquence.
- Effets biologiques auditifs.

L'étude des champs électromagnétiques et de leur influence sur les systèmes biologiques augmente rapidement. Une grande partie de ce travail a lieu en raison de problèmes de santé. Par exemple, les effets de l'exposition de l'opérateur aux champs électromagnétiques associés aux appareils de diathermie à ondes courtes, aux fours à micro-ondes à haute puissance, aux systèmes radar, aux unités d'imagerie par résonance magnétique, etc... ont suscité de plus en plus d'inquiétudes avec par exemple a fréquence extrêmement basse de 60 Hz (50 Hz en France) des champs électriques et magnétiques qui proviennent des lignes à haute tension, de l'équipement industriel et des appareils résidentiels. L'exposition professionnelle et résidentielle à long terme a fait l'objet d'études épidémiologiques. Les études ont suggéré des effets indésirables possibles sur la santé humaine (par exemple, le cancer, la reproduction, etc.). La recherche en laboratoire est encore en cours pour identifier les mécanismes d'interaction possibles. Cependant, à l'exception de l'effet thermique pour les fréquences micro-ondes, il n'existe pas encore de mécanisme d'action convenu. En conséquence, notre base de connaissances est entièrement développée avec des observations phénoménologiques. En raison de ce fait, il n'est pas possible de prédire comment les effets biologiques non thermiques peuvent différer d'une modalité d'exposition à une autre. En raison de la petite base de données pour les impulsions rapides, il est particulièrement difficile de prévoir les effets biologiques qui pourraient être associés à des impulsions de forte puissance de durée extrêmement courte.

Il y a cependant une perception croissante que l'irradiation par micro-ondes et l'exposition aux champs à basse fréquence peuvent être impliquées dans un large éventail d'interactions biologiques. Certains chercheurs commencent même à décrire les similitudes entre l'irradiation par micro-ondes et les médicaments concernant leurs effets sur les systèmes biologiques. Par exemple, certains suggèrent que la densité de puissance et le taux d'absorption spécifique de l'irradiation par micro-ondes peuvent être considérés comme analogues à la concentration de la solution injectable et le dosage de l'administration du médicament, respectivement. De toute évidence, les effets des micro-ondes sur le tissu cérébral, la chimie et les fonctions sont complexes et sélectifs. Les observations du poids corporel et du comportement ont révélé que les rats, exposés dans certaines conditions aux micro-ondes, mangent et boivent moins, ont un poids corporel plus faible en raison du stress non spécifique médié par le système nerveux central et ont une activité motrice réduite. Il a été trouvé que l'exposition des animaux à une modalité d'énergie électromagnétique radiofréquence diminue sensiblement le comportement agressif pendant l'exposition. Cependant, les effets opposés des micro-ondes, en augmentant la mobilité et l'agressivité des animaux, ont également été démontrés pour une modalité d'exposition différente. Des données publiées récentes impliquent que les micro-ondes sont un facteur lié à un déficit de la fonction de mémoire spatiale. Un type d'effet similaire a été observé avec l'exposition à un champ magnétique de très basse fréquence "à résonance". Ainsi, la base de données regorge d'observations phénoménologiques de systèmes biologiques «affectés» par l'exposition à l'énergie électromagnétique. (Le fait qu'un système biologique réagisse à une influence externe ne traduit pas automatiquement ou facilement la suggestion d'une influence néfaste sur la santé.) L'objectif de la présente étude était d'identifier les informations issues de cette compréhension croissante des effets électromagnétiques sur les systèmes animaux qui pourraient être couplé avec des susceptibilités biologiques humaines. Les situations où l'intersection de ces deux domaines coexistent offrent des possibilités d'utilisation dans des applications non létales.

Effet incapacitant : Chauffage par micro-ondes

Le chauffage du corps pour imiter une fièvre est la nature de l'incapacité de RF. L'objectif est de fournir un chauffage d'une manière très contrôlée afin que le corps reçoive un chauffage presque uniforme et qu'aucun organe ne soit endommagé. Des températures de noyau d'environ 41 ° C sont considérées comme adéquates. A cette température, un

comportement considérablement changé se produira avec l'individu. La plupart des gens, dans des conditions de fièvre, deviennent beaucoup moins agressifs; certaines personnes peuvent devenir plus irritables. Les sensations subjectives produites par cette accumulation de chaleur sont beaucoup plus désagréables que celles qui accompagnent la fièvre. Dans l'hyperthermie, tous les processus effecteurs sont tendus au maximum, alors que dans la fièvre ils ne le sont pas. Il est également possible que l'hyperthermie des micro-ondes (même avec une augmentation de seulement 1 ° C de la température du cerveau) puisse perturber la mémoire de travail, entraînant ainsi une désorientation.

Cible biologique / Fonctions normales / État pathologique

La température des animaux à sang chaud (homéothermes) comme l'humain reste pratiquement inchangée bien que la température ambiante puisse varier considérablement. La température normale du corps humain enregistrée par la bouche est habituellement de 37 °C, avec une température rectale d'un degré plus élevée. La variation entre les individus se situe généralement entre 35,8 °C et 37,8 °C par voie orale. Des variations se produisent également chez un individu au cours de la journée, une différence de 1,0 °C ou même 2,0 °C se produisant entre le maximum en fin d'après-midi ou en début de soirée et le minimum entre 3 et 5 heures du matin. L'exercice musculaire intense provoque une augmentation temporaire de la température corporelle proportionnelle à la gravité de l'exercice; le niveau peut aller jusqu'à 40,0 °C.

Un stress thermique extrême, tel que la capacité du corps à la déperdition de chaleur est dépassée, provoque une augmentation pathologique de la température du corps. Les sensations subjectives produites par cette accumulation de chaleur sont beaucoup plus désagréables que celles qui accompagnent la fièvre. Dans l'hyperthermie, tous les processus effecteurs sont tendus au maximum, tandis que dans les fièvres, ils ne le sont pas. Cependant, la température limite pour la survie est la même dans les deux cas, une température corporelle de 42 °C. Pendant de courtes périodes, on a connu des personnes qui ont survécu à des températures atteignant 43 °C.

Dans l'hyperthermie prolongée, avec des températures de plus de 40 °C à 41 °C, le cerveau subit des dommages sévères qui entraînent habituellement la mort. Les périodes d'hyperthermie sont accompagnées d'un œdème cérébral qui endommage les neurones, et la victime présente une désorientation, un délire et des convulsions. Ce syndrome est populairement appelé coup de soleil, ou coup de chaleur, selon les circonstances. Lorsque l'hyperthermie est prolongée, les lésions cérébrales interfèrent avec les mécanismes

thermorégulateurs centraux. En particulier, la sécrétion de sueur cesse, de sorte que la condition est encore exacerbée.

Mécanisme pour produire les effets souhaités

Ce concept s'appuie sur environ 40 ans d'expérience avec les effets de chauffage des micro-ondes. De nombreuses études ont été réalisées sur des animaux afin d'identifier les caractéristiques importantes pour la compréhension des dépôts d'énergie chez les animaux. En raison de la physique, la relation entre la taille de l'animal et la longueur d'onde de l'énergie radiofréquence est la plus importante. En effet, les lignes directrices d'exposition humaine au rayonnement radiofréquence sont conçues autour de la connaissance de l'absorption différentielle en fonction de la fréquence et de la taille corporelle. Le défi consiste à minimiser le temps d'action sans causer de blessure permanente à un organe ou à tout le corps et à optimiser la fonction de l'équipement. L'orientation de l'énergie incidente par rapport à l'orientation de l'animal est également importante.

Dans une étude de l'effet du rayonnement RF sur la température corporelle chez le singe rhésus, une fréquence (225 MHz) est volontairement choisie pour déposer de l'énergie dans le corps de l'animal. Un débit de dose de 10 W/kg a fait augmenter la température du corps à 42 °C en peu de temps (10-15 min). Pour éviter des effets indésirables irréversibles, l'exposition a été interrompue à une température de 42 °C. Un débit de dose plus faible de 5 W/kg a fait augmenter la température à 41,5 °C en moins de 2 heures. La nature réversible de cette réponse a été démontrée par la chute rapide de la température corporelle lorsque l'exposition RF a été arrêtée avant qu'une température critique de 42 °C ait été atteinte. On estime pour les rats que la dose convulsive de seuil absorbée se situe entre 22 et 35 J/g pour des durées d'exposition de moins d'une seconde à 15 minutes. Pour une exposition de 30 minutes, la dose seuil absorbée pour la diminution de l'endurance est proche de 20 J/g, le seuil d'arrêt de travail d'environ 9 J/g et le seuil de perturbation de travail de 5 à 7 J/g. Toutes les mesures ci-dessus, à l'exception des convulsions, sont des types d'incapacités non létales.

Une estimation grossière de la puissance requise pour chauffer un humain pour cette technologie est de l'ordre de 10 W/kg, avec environ 15 à 30 minutes d'activation de la cible. Les niveaux de puissance réels dépendent des facteurs climatiques, des vêtements et d'autres considérations qui affectent la perte de chaleur de l'individu concerné. Une

méthode pour exprimer le débit de dose en termes de surface corporelle (c'est-à-dire, watts par mètre carré) plutôt que de masse corporelle (c'est-à-dire en watts par kilogramme) permettrait une prédiction plus fiable des effets thermiques entre espèces. Cependant, il existe de grandes incertitudes dans la capacité d'extrapoler les effets thermorégulateurs chez les animaux de laboratoire à ceux chez les êtres humains.

Cette technologie est une adaptation de la technologie qui existe depuis de nombreuses années. Il est bien connu que les micro-ondes peuvent être utilisées pour chauffer des objets. Non seulement la technologie des micro-ondes est utilisée pour cuisiner les aliments, mais elle est également utilisée comme source de chauffage dirigée dans de nombreuses applications industrielles. C'était même l'objet de la «proposition de livre» il y a quelques années dans laquelle l'idée était de fournir le chauffage résidentiel aux gens, pas l'espace vivant. En raison de la nature apparemment sans danger du chauffage corporel utilisant des techniques à micro-ondes, une variété d'utilisations innovantes de l'énergie EM pour des applications humaines sont explorées. L'application non létale comprendrait un ensemble micro-ondes hautement sophistiqué pouvant être utilisé pour projeter des micro-ondes afin de fournir un chauffage contrôlé des personnes. Ce chauffage contrôlé élève la température centrale des individus à un niveau prédéterminé pour imiter une forte fièvre dans le but d'acquérir un avantage psychologique / capacitaire sur l'ennemi, sans infliger de force meurtrière. Le concept de chauffage est simple; le défi est d'identifier et de produire le mélange correct de fréquences et de niveaux de puissance nécessaires pour faire le chauffage à distance sans blesser des organes spécifiques chez les individus éclairés par le faisceau.

Une variété de facteurs contribuent à l'attractivité de cette technologie non létale. Premièrement, il est basé sur un effet bien connu, le chauffage. Chaque être humain est soumis aux effets du chauffage; par conséquent, il aurait une cote de prévisibilité de 100%. Le délai d'apparition peut probablement être compris entre 15 et 30 minutes; cependant, la synchronisation fait l'objet de recherches supplémentaires pour maximiser le chauffage tout en minimisant les effets néfastes du chauffage localisé. Le début peut être assez lent et / ou d'une telle fréquence à ne pas être reconnu par la ou les personne (s) irradiée(s). La sécurité des innocents pourrait être améliorée par l'application et le développement supplémentaire de technologies de détection avancées. Le temps d'incapacité pourrait être prolongé à presque n'importe quelle période désirée compatible avec la sûreté. (Compte tenu de la R&D appropriée, la température ou d'autres signes

vitaux pourraient être surveillés à distance, et la température pourrait être maintenue à un point minimum efficace).

Temps d'apparition

L'heure de début est fonction du niveau de puissance utilisé. Un chauffage uniforme soigneusement surveillé pourrait probablement avoir lieu entre 15 et 30 minutes. Le délai d'apparition pourrait être réduit, mais avec un risque accru d'effets indésirables. Le temps minimum dépend du niveau de puissance de l'équipement et de l'efficacité du viseur.

Durée de l'effet

En supposant que le chauffage est fait avec soin, l'inversion de la température corporelle élevée commencerait dès que la source de chaleur est enlevée.

Accessibilité

Ce concept est accordable en ce sens que tout taux de chauffage, jusqu'à la capacité maximale de la source, peut être obtenu. Ainsi, il convient pour une utilisation dans une approche graduelle ou "rhéostatique". Si la situation le permet, et que la source est suffisamment puissante, il est également possible d'utiliser cette technologie dans un mode létal. Une température corporelle prolongée au-dessus de 43 °C est presque certaine d'entraîner des dommages permanents au cerveau et la mort.

Distribution des sensibilités humaines aux effets désirés

Aucune raison n'a été identifiée pour suggérer que quiconque serait immunisé contre cette technologie. Les personnes ayant des mécanismes thermorégulateurs compromis seraient sensibles avec une densité d'énergie incidente inférieure. Cela inclurait les personnes atteintes de dommages organiques à l'hypothalamus, la partie du cerveau qui intègre les mécanismes autonomes qui contrôlent la perte de chaleur ainsi que les personnes ayant des caractéristiques somatiques de perte de chaleur compromises (par exemple, respiration, équilibre hydrique, etc.).

Les technologies nécessaires au concept de technologie thermique sont relativement bien

développées en raison du mécanisme biophysique connu, de la susceptibilité universelle de l'homme au mécanisme de chauffage et en raison d'une base technologique bien développée pour la production de rayonnements radiofréquences. Du fait que le corps humain est inhomogène, certains organes sont, en raison de leur taille et de leur géométrie, plus facilement couplés à une longueur d'onde de radiofréquence qu'une autre. Par conséquent, pour éviter des dommages permanents au suspect ou à des spectateurs innocents, il peut être nécessaire de varier la fréquence pour éviter un échauffement localisé et des dommages conséquents à un organe quelconque. De plus, il sera nécessaire d'éviter les conditions que l'on croit associées à l'induction de la cataracte. Ainsi, alors que la technologie du chauffage par micro-ondes en général est mature, l'adaptation en tant que technologie non létale nécessitera des calculs biophysiques sophistiqués pour identifier le régime approprié des fréquences et des intensités de micro-ondes; il sera également nécessaire d'optimiser le matériel existant pour répondre aux exigences biophysiques.

Influence possible sur le(s) sujet(s)

Si la technologie fonctionne à peu près comme prévu, l'individu ciblé pourrait être incapable dans les 15 à 30 minutes. Étant donné que cette technologie est axée sur un début relativement lent, elle ne devrait être utilisée que dans les situations où la vitesse n'est pas importante. La nature très inconfortable d'une température corporelle élevée peut être utile dans les négociations ou peut-être pour contrôler les foules. Ce serait également utile sur les personnes seules ou les foules. Les preuves indiquent également une perturbation de la mémoire de travail, ce qui peut entraîner une désorientation en raison de l'incapacité de consolider la mémoire du passé récent (minutes).

Statut technologique du générateur / dispositif de visée

L'équipement nécessaire pour explorer ce concept dans le laboratoire est disponible aujourd'hui. La conception et la construction du générateur de RF / micro-ondes dépendront des contraintes imposées par les calculs, les dispositifs de génération de potentiel et les structures d'orientation énergétique. Une variété d'options existe pour ces deux besoins d'équipement. L'utilisation d'un circuit de génération et d'amplification RF agile et à modulation de fréquence avancée sera nécessaire pour évaluer l'étendue de la fréquence / puissance / durée des profils de chauffage RF requis. Bien qu'une grande

partie de l'équipement soit disponible dans le commerce, il est probable que du matériel et des logiciels personnalisés seront nécessaires car l'équipement disponible n'a pas été conçu avec la nécessité d'une variabilité de fréquence / intensité qui sera probablement nécessaire à des fins de sécurité. De plus, la conception d'antennes et d'autres dispositifs à énergies dirigées impliquera presque certainement des configurations uniques. Puisque cette technologie utilise l'énergie de radiofréquence, elle peut être vaincue par l'utilisation d'un blindage fourni par des barrières conductrices comme un écran métallique ou métallique.

Effet incapacitant : Audition micro-ondes

L'audition micro-ondes est un phénomène, décrit par les observateurs humains, comme les sensations de bourdonnement, de tic-tac, de sifflement ou de cliquetis provenant de la tête ou juste derrière celle-ci. Il n'y a pas de son qui se propage dans l'air comme un son normal. Cette technologie dans sa forme la plus crue pourrait être utilisée pour distraire les individus; s'il est affiné, il pourrait également être utilisé pour communiquer avec des otages ou des preneurs d'otages directement par le code Morse ou d'autres systèmes de messagerie, peut-être même par communication vocale.

Cible biologique / Fonctions normales / État pathologique

Cette technologie utilise un phénomène décrit pour la première fois dans la littérature il y a plus de 30 ans. Différents types de sons ont été entendus en fonction des caractéristiques du pouls. Différentes expériences ont été réalisées sur des humains et des animaux de laboratoire explorant l'origine de ce phénomène. À ce jour, pratiquement tous les chercheurs qui ont étudié le phénomène acceptent maintenant la dilatation thermoélastique du cerveau, dont l'onde de pression est reçue et traitée par le système microphonique cochléaire, pour être le mécanisme de perception acoustique des impulsions courtes de l'énergie RF. Une étude (en 1975) utilisant des volontaires humains a identifié l'énergie de seuil des réponses auditives micro-ondes chez l'homme en fonction de la largeur d'impulsion pour une énergie de radiofréquence de 2450 MHz. On a également trouvé qu'une densité d'énergie incidente d'environ 40 J/cm² par impulsion était nécessaire.

Mécanisme pour produire les effets souhaités

Après la découverte du phénomène, plusieurs mécanismes ont été suggérés pour expliquer l'audition des champs RF pulsés. Expansion thermoélastique dans le cerveau en réponse à des impulsions RF a d'abord été étudié et démontré dans des matériaux inertes et a été proposé comme le mécanisme de l'audition des champs RF pulsés. Une onde de pression est générée dans la plupart des matériaux solides et liquides par une impulsion d'énergie RF - une onde de pression dont l'amplitude est supérieure de plusieurs ordres de grandeur à celle qui résulte de la pression de radiation ou des forces électrostrictives. Les caractéristiques de la microphonie cochléaire induite par le champ chez les cobayes et les chats, la relation entre la durée et le seuil des impulsions, les mesures physiques dans l'eau et dans les matériaux simulant les tissus, ainsi que de nombreux calculs théoriques suggèrent une expansion thermoélastique. le phénomène d'audition. Les scientifiques ont déterminé le niveau d'énergie seuil pour les observateurs humains exposés à des champs pulsés de 2450 MHz (largeurs d'impulsion de 0,5 à 32 microns). Ils ont constaté que, quel que soit le pic de densité de puissance et la largeur d'impulsion, le seuil par impulsion pour un sujet normal est proche de 20 mj/kg. L'élévation moyenne de la température cérébrale associée à une impulsion juste perceptible a été estimée à environ 5×10^{-6} °C.

Temps d'apparition

La nature physique de cette expansion thermoélastique exige que les sons soient entendus lorsque les impulsions individuelles sont absorbées. Ainsi, l'effet est immédiat (en quelques millisecondes). Les humains ont été exposés à l'énergie RF qui a abouti à la production de sons.

Durée de l'effet

L'audition micro-ondes dure seulement aussi longtemps que l'exposition. Il n'y a pas d'effet résiduel après l'arrêt de l'énergie RF.

Accessibilité

Le phénomène est accordable en ce sens que les sons caractéristiques et les intensités de ces sons dépendent des caractéristiques de l'énergie RF telle qu'elle est délivrée. Parce que la fréquence du son entendu dépend des caractéristiques d'impulsion de l'énergie RF, il semble possible que cette technologie puisse être développée au point où

les mots pourraient être transmis pour être entendus comme le mot parlé, sauf que cela pourrait seulement être entendu dans la tête d'une personne. Dans une expérience, la communication des mots de un à dix en utilisant une énergie micro-onde "modulée par la parole" a été démontrée avec succès. Les micros à côté de la personne qui entend la voix ne peuvent pas capter le son. Le développement additionnel de ceci ouvrirait un éventail de possibilités.

Distribution des sensibilités humaines aux effets désirés

Parce que le phénomène agit directement sur les processus cochléaires, les ondes de pression thermoélastiques produisent des sons de fréquence variable. De nombreux tests permettent d'évaluer le phénomène produit dans la gamme des 5 kHz et plus. Parce que les êtres humains sont connus pour éprouver une large gamme de pertes auditives en raison de dommages cochléaires, il est possible que certaines personnes puissent entendre les sons induits par RF que les autres personnes atteintes de perte auditive à haute fréquence ne peuvent pas entendre. Ainsi, il existe une gamme probable de sensibilité, principalement basée sur le type d'impulsion et l'état de la cochlée. Il a été démontré que la destruction bilatérale de la cochlée abolit tous les stimuli auditifs induits par les RF.

Récupération / Sécurité

Les humains ont été soumis à ce phénomène pendant de nombreuses années. Le dépôt d'énergie nécessaire pour produire cet effet est si petit qu'il n'est pas considéré comme une expérimentation dangereuse lorsqu'on étudie les réponses aux niveaux juste-perceptibles.

Influence possible sur le(s) sujet(s)

L'application de la technologie auditive à micro-ondes pourrait faciliter une transmission privée de messages. Il peut être utile de fournir une condition perturbatrice à une personne qui ne connaît pas la technologie. Non seulement cela pourrait perturber le sens de l'ouïe, mais cela pourrait être psychologiquement dévastateur si l'on entendait soudainement «des voix dans sa tête».

Statut technologique du générateur / appareil d'aiguillage

Cette technologie ne nécessite aucune extrapolation pour estimer son utilité. L'énergie micro-ondes peut être appliquée à distance et la technologie appropriée peut être adaptée à partir d'unités radar existantes. Des dispositifs de visée sont également disponibles, mais pour des circonstances particulières qui nécessitent une extrême spécificité, il peut être nécessaire de procéder à un développement supplémentaire. Une spécificité directionnelle extrême serait nécessaire pour transmettre un message à un seul otage entouré de ses ravisseurs. Les signaux peuvent être transmis sur de longues distances (centaines de mètres) en utilisant la technologie actuelle. Des distances plus longues et des types de signaux plus sophistiqués nécessiteront un équipement plus encombrant, mais il semble possible de transmettre certains types de signaux à des distances plus rapprochées en utilisant un équipement portable.

Portée

La portée efficace pourrait être des centaines de mètres.

Effet incapacitant: perturbation du contrôle neural

La nature de l'incapacité est une synchronisation de l'activité rythmique des neurones du cerveau qui perturbe le contrôle cortical normal des voies corticospinales et corticobulbaires, ce qui perturbe le fonctionnement normal des motoneurones spinaux qui contrôlent la contraction musculaire et les mouvements du corps. Les personnes souffrant de cette maladie perdent le contrôle volontaire de leur corps. Cette synchronisation peut s'accompagner d'une perte soudaine de conscience et de spasmes musculaires intenses.

Cible biologique / Fonctions normales / État pathologique

La fonction normale du cerveau est de contrôler toutes les formes de comportement, le contrôle volontaire du corps et les paramètres homéostatiques de l'organisme. Dans des conditions normales, toutes les structures cérébrales, les populations de neurones, les réseaux et les unités uniques fonctionnent avec une activité rythmique spécifique en fonction de l'information sensorielle entrante, des informations provenant des structures mnémoniques et des signaux provenant des organes viscéraux. Chaque neurone unique

fournit un traitement spécifique de l'information qu'il reçoit et forme un modèle spécifique de déclenchement d'impulsion en tant qu'information sortante. La synchronisation de l'activité neuronale est un mécanisme naturel de la fonction cérébrale qui utilise des processus de contrôle tels que la motivation, l'attention et la mémoire (expérience) afin d'organiser le comportement. Par exemple, les processus motivationnels sont considérés comme activant des signaux ascendants qui synchronisent l'activité neuronale de structures cérébrales spécifiques et de réseaux de neurones; cette activation / synchronisation active à son tour des formes spécifiques de comportement telles que des activités sexuelles, agressives, ingestives.

En fonctionnement normal, le degré de synchronisation neuronale est fortement contrôlé. Des expériences qui enregistrent simultanément l'activité neuronale dans différentes zones cérébrales chez les animaux, on sait que la corrélation de l'activité des spicules entre les neurones (mesurée par le niveau de corrélation de la synchronisation) varie en fonction du stade de comportement, de motivation, d'attention ou d'activation du processus de mémorisation. Cependant, dans certaines conditions, telles que le stress physique, le choc thermique ou un fort stress émotionnel, le niveau de synchronisation peut devenir plus élevé, impliquant de grandes populations non spécifiques de neurones du cerveau et la synchronisation peut devenir incontrôlable.

Selon la fréquence à laquelle le rythme de synchronisation se produit et le nombre de neurones impliqués, il peut produire des effets physiques différents; faiblesse musculaire, contractions musculaires involontaires, perte de conscience ou spasmes musculaires intenses (tonic). Le niveau de synchronisation le plus élevé a lieu chez les personnes atteintes d'épilepsie lorsqu'elles subissent des crises périodiques puisqu'elles ont une source pathologique (par exemple, d'une lésion au cerveau) de la synchronisation rythmique. Parce que les mécanismes neurophysiologiques de la synchronisation épileptiforme sont mieux documentés, cette technologie incapacitante est décrite en termes d'épileptogénèse.

Les mécanismes neurophysiologiques actifs dans l'épileptogénèse impliquent des changements dans les conductances membranaires et les altérations des neurotransmetteurs car ils affectent l'interaction neuronale. Dans le processus d'épileptogénèse, soit certains neurones se déchargent trop facilement en raison d'altérations dans les conductances membranaires ou il y a un échec de la

neurotransmission inhibitrice. Les décharges réelles ont été reconnues comme résultant d'un décalage de dépolarisation neuronale avec une synchronie électrique dans les populations cellulaires liée en partie à des changements dans les conductances membranaires. La base ionique et le substrat biochimique de cette activation ont fait l'objet de nombreuses études, mais laissent encore beaucoup de questions sans réponse. Quelles sont les propriétés cellulaires de base, présentes dans les cellules et tissus normaux, qui pourraient contribuer à la génération d'une activité anormale? Quelles parties des systèmes ont un seuil bas et fonctionnent comme des éléments déclencheurs?

L'une des hypothèses actuelles concerne la microcircuiterie, en particulier les interactions synaptiques locales dans les structures du système néocortical et limbique. Dans l'hippocampe, le rôle de l'élément déclencheur a longtemps été attribué aux cellules pyramidales CA3 - une hypothèse basée sur le fait que des décharges synchrones spontanées peuvent être établies dans les neurones CA3. Certaines études décrivent un type de cellule à rupture intrinsèque dans le néocortex. un rôle similaire à celui des cellules CA3 dans l'hippocampe et celui des cellules profondes dans le cortex pynforme. La nature intrinsèque de ces cellules semble être un contributeur important à l'établissement de l'éclatement synchronisé dans ces régions. Une autre exigence apparente dans une telle population est pour un certain degré d'interaction synaptique parmi les neurones, de sorte que la décharge d'une seule cellule enrôle l'activité de ses voisins. Compte tenu de la présence de ces cellules éclatantes et de la survenue d'interactions excitatrices entre elles dans les tissus normaux, il peut s'agir en fait du substrat morphologique des décharges épileptiformes.

Une autre hypothèse s'est concentrée en particulier sur le rôle des récepteurs N-méthyl-D-aspartate (NMDA). Différents facteurs régulent l'efficacité des récepteurs NMDA: leur blocage dépendant de la tension par le magnésium et la modulation par la glycine et les polyamines. Par exemple, dans le modèle à faible teneur en magnésium, la décharge de salves synchrones spontanées dans les populations de cellules pyramidales de l'hippocampe est sensible aux antagonistes du NMDA. Cette découverte suggère que c'est l'ouverture des canaux NMDA, en soulageant le blocage du magnésium, qui facilite l'activité épileptiforme.

Une attention significative dans la littérature est également accordée aux récepteurs de l'acide gamma-amino butyrique acid (GABA) pour le rôle potentiel dans le contrôle de

l'excitabilité. Les changements dans l'efficacité inhibitrice de GABA peuvent mener à des effets importants sur l'excitabilité du système. Il a été montré que les potentiels post-synaptiques inhibiteurs de GABAergique (IPSPs) sont assez labiles en réponse à l'activation répétitive des populations de cellules corticales, comme cela peut se produire pendant la décharge épileptiforme. Les scientifiques ont montré que même un faible pourcentage de changement dans l'inhibition du GABA peut avoir des effets profonds sur l'épileptogenèse néocorticale. Ces changements dans l'inhibition GABAergique peuvent être la clé d'une explication de la façon dont les modèles de décharge répétitifs donnent lieu à une décharge critique. En outre, il semble y avoir une augmentation significative de la fréquence du potentiel postsynaptique excitateur (EPSP) avant l'initiation de la crise, une observation qui est compatible avec la perte d'efficacité de l'IPSP avant l'apparition de la crise.

Les hypothèses ci-dessus décrivent différents mécanismes de l'épileptogenèse, mais il est tout à fait possible que tous ces mécanismes aient lieu, et ils reflètent une grande variété de types de crises d'épilepsie. Le principe commun des mécanismes proposés est le changement des propriétés de la membrane (c'est-à-dire, la conductance, la perméabilité, etc.) de certains neurones qui entraîne une dépolarisation et une décharge de salve. Certains facteurs (par exemple, un traumatisme) peuvent affecter ces neurones spécifiques et initier une synchronie pour les neurones qui contrôlent la communication interne et la communication avec divers systèmes musculaires non associés aux fonctions vitales (c.-à-d. Battements cardiaques, respiration). Les champs électriques pulsés à haute résistance pourraient également être un tel facteur.

Mécanisme pour reproduire les effets souhaités

L'application d'impulsions électromagnétiques est également une technologie conceptuelle non létale qui utilise l'énergie électromagnétique pour induire une synchronie neuronale et une perturbation du contrôle musculaire volontaire. L'efficacité de ce concept n'a pas été démontrée. Cependant, d'après les travaux antérieurs dans l'évaluation du potentiel pour les générateurs d'impulsions électromagnétiques pour affecter les humains, on estime que des champs internes suffisamment forts peuvent être générés dans le cerveau pour déclencher des neurones. Selon les estimations, un champ libre de 50 à 100 kV/m d'impulsions très nettes (~ 1 nS) est nécessaire pour produire un potentiel membranaire de la cellule d'environ 2 V; ce serait probablement suffisant pour déclencher des neurones

ou les rendre plus sensibles au tir.

Le concept des impulsions électromagnétiques est un concept dans lequel une impulsion électromagnétique à haute tension (environ 100 kV/m ou plus), très rapide (nanosecondes), est répétée à la fréquence de l'onde cérébrale alpha (environ 15 Hz). On sait qu'une fréquence similaire de la lumière pulsée peut déclencher une crise chez les individus sensibles (ceux présentant un certain degré d'épilepsie sensible à la lumière) et on pense qu'en utilisant une méthode qui pourrait effectivement déclencher des synapses nerveuses directement avec un champ électrique, essentiellement 100% des individus seraient sensibles à l'induction de crises. Le phénomène de saisie photo-induite a été démontrée le 16 décembre 1997 à la télévision japonaise lorsque des centaines de téléspectateurs d'un spectacle de dessins animés populaires ont été traités, par inadvertance, à l'induction d'une saisie photique (Q). La crise photique induite est indirecte en ce sens que l'œil doit recevoir et transmettre les impulsions qui activent initialement une partie du cerveau associée au nerf optique.

De ce point l'excitabilité se propage à d'autres parties du cerveau. Avec le concept électromagnétique, l'excitation est directement sur le cerveau, et toutes les régions sont excitées simultanément. L'apparition de la synchronie et la perturbation du contrôle musculaire devrait être presque instantané. Les temps de récupération devraient être conformes ou plus rapides que ce qui est observé dans les crises d'épilepsie.

Temps d'apparition

Aucune preuve expérimentale n'est disponible pour ce concept. Cependant, l'apparition de la latence des crises induites par 1-ght chez les épileptiques photosensibles varie de 0,1 à environ 10 secondes. En raison du fait que les impulsions électriques déclenchées par la lumière doivent se propager à d'autres parties du cerveau, on s'attend à ce que les crises induites photiques aient un début généralement plus lent que la synchronie neurale induite par les champs électriques pulsés à haute résistance.

Durée de l'effet

Pour les individus épileptiques, la durée typique d'un événement petit mal ou d'un événement psychomoteur est de 1 minute ou 2, éventuellement plus longue, tandis que la durée d'une crise grand mal est de 1 à 5 minutes. Chez un individu non épileptique induit par des moyens électromagnétiques, on s'attend à ce que les durées des différents

événements soient à peu près les mêmes que les événements de l'individu épileptique après l'élimination de l'excitation externe.

Accessibilité

Il existe de nombreux degrés de crise d'épilepsie chez les personnes malades, et il semble raisonnable que la stimulation électromagnétique de la synchronie neuronale puisse être ajustable en fonction du type et du degré d'influence corporelle, en fonction des paramètres associés au stimulus choisi. Parce qu'il n'y a pas de données réelles sur lesquelles s'appuyer, ces déclarations doivent être considérées comme provisoires. On sait que dans l'étude des crises photiques induites, les paramètres peuvent être modifiés de sorte que l'individu à l'étude ne subisse pas réellement une crise de grand mal. Cette connaissance donne la certitude que la technologie proposée serait ajustable.

Distribution des sensibilités humaines aux effets désirés

Il est prévu que 100% de la population serait susceptible. Le mécanisme est celui qui pourrait agir simultanément sur de nombreuses cellules neuronales individuelles et ne dépend donc pas de la propagation de régions d'activité électrique comme dans l'état pathologique.

Influence possible sur le(s) sujet(s)

Si la technologie fonctionne à peu près comme prévu, l'individu ciblé pourrait être frappé d'incapacité très rapidement. Comme aucune étude n'a été réalisée en utilisant les conditions spécifiées, un travail expérimental est nécessaire pour caractériser le temps d'apparition. Différents types de technologies pourraient être utilisés pour influencer des zones étendues ou des individus isolés. Comme cette technologie est considérée comme ajustable, l'influence sur les sujets peut varier d'une perturbation légère de la concentration à des spasmes musculaires et à une perte de conscience. Le(s) sujet(s) auraient différents degrés de contrôle volontaire en fonction du degré d'incapacité choisi.

Statut technologique du générateur / dispositif de visée

Une force de champ électrique d'environ 100 Kv/m sur une période de 1 nanoseconde est

approximativement la condition jugée nécessaire pour produire l'effet désiré lorsqu'elle est fournie à un taux de répétition global de 15 Hz. Un tel champ peut être développé en utilisant une source pulsée de type radar, à puissance de crête élevée ou un générateur d'impulsions électromagnétiques fonctionnant à 15 Hz. Ces technologies existent aujourd'hui suffisantes pour évaluer le concept de handicap. Les exigences de puissance ne sont pas élevées car le facteur de service est très bas. Des dispositifs de visée sont actuellement disponibles, mais un degré élevé de directivité sur de longues distances nécessitera un développement. Il peut être nécessaire de fournir des impulsions nanosecondes afin de stimuler l'effet désiré. Au fur et à mesure que le temps de service augmente, la puissance moyenne requise pour la source d'énergie augmente également. Parce qu'il n'y avait pas de rapports de littérature ouverts à partir desquels faire des inférences, il y a une certaine incertitude quant aux niveaux de puissance requis.

Portée

La portée efficace pourrait être des centaines de mètres.

Vaincre les capacités / limites

Le blindage peut être assuré par des barrières conductrices comme un écran métallique ou du métal. Il existe un certain nombre de médicaments qui sont capables d'induire des crises convulsives et d'autres, comme le phénobarbital, la diphénylhydantoïne, la triméthadione, le 2-4 dinitrophénol et l'acétazolamide, qui sont anticonvulsifs. Les médicaments anticonvulsifs sont connus pour aider à réduire l'effet des crises chez les patients épileptiques, mais leur capacité à réduire l'effet de la technologie proposée est inconnue (peut-être sans effet), mais devrait être moindre que pour les crises photiques induites.

Effet incapacitant / Énergie acoustique

La nature de l'incapacité consiste en de fortes sensations de pression, un nystagmus (un mouvement spasmodique et involontaire des yeux) et des nausées causées par des intensités élevées de 9140-155 dB). Nystagmus se produit lorsque les courants de convection sont produits (mouvement de la cupule) dans le conduit auditif latéral. Ce mouvement de la cupule provoque le mouvement involontaire des yeux; par conséquent,

le monde extérieur est interprété comme étant en mouvement. Le sujet «voit» son environnement tourner autour de lui et éprouve en même temps une sensation de retournement. Les personnes exposées à ces niveaux de bruit éprouvent des nausées.

Cible biologique / Fonctions normales / État pathologique

Les deux canaux semi-circulaires latéraux, l'un situé dans chaque oreille interne, alertent une personne sur le fait que sa tête droite subit une accélération angulaire. Dans l'ampoule du canal se trouvent plusieurs cellules dites ciliées. Les cils de ces cellules font saillie dans la lumière de l'ampoule où ils sont enfermés dans une masse de matériau semblable à une gelée (la cupule) qui est attaché à la paroi opposée du canal. Comme la tête accélère, les cils sont courbés par une force d'inertie de la cupule et le liquide visqueux dans la lumière du canal. La flexion des cils excite les cellules ciliées qui, à leur tour, excitent les neurones afférents; ceux-ci alertent alors le cerveau qu'un changement de position de la tête s'est produit. Des événements similaires se produisent lorsque la tête s'arrête de bouger. Le résultat d'un fort stimulus des cellules ciliées vers le cerveau est un mouvement rapide des yeux, appelé nystagmus, une sensation de vertige et de désorientation, et une possibilité de nausées et de vomissements.

L'audition normale se situe dans la gamme des fréquences de 20 000 à 16 000 Hz avec la sensibilité optimale pour la plupart des gens entre les fréquences de 500 à 6000 Hz.

Mécanisme pour produire les effets souhaités

Parce que les organes terminaux de la perception acoustique et vestibulaire sont si étroitement liés, une stimulation acoustique intense peut entraîner des effets vestibulaires. L'hypothèse est que le son de l'intensité normale produit des oscillations de l'endolymphe et de la périlymphe, compensées par des oscillations de la fenêtre ronde. Un son de haute intensité produit des courants de Foucault, qui sont des déplacements de fluide rotatifs localisés. Un son de haute intensité peut également produire un déplacement non linéaire de l'étrier, provoquant un déplacement volumique dont le résultat peut être un vide de fluide dans le labyrinthe. Pour remplir le vide, le liquide peut être déplacé le long du canal endolympatique et/ou bloquer les voies capillaires, qui, à leur tour, pourraient stimuler les récepteurs vestibulaires. La stimulation des récepteurs vestibulaires peut entraîner des nausées et des vomissements si le niveau de pression acoustique est suffisamment élevé.

Conclure que les deux courants de Foucault et le déplacement de volume servent à stimuler les récepteurs vestibulaires chez les humains, lorsqu'ils sont exposés à des niveaux élevés de bruit.

Une étude a trouvé du nystagmus chez des cobayes exposés à des niveaux élevés d'infrasons via la stimulation des récepteurs vestibulaires. Cependant, le même laboratoire était incapable de produire du nystagmus chez des sujets humains à des expositions de 5 et 10 secondes avec un son pur à 135 dB, un bruit de moteur à large bande ou un signal de 100 Hz à 120 dB, pulsé trois fois par seconde. . La même recherche a été incapable d'obtenir un nystagmus à des niveaux allant jusqu'à 155 dB, et également incapable de produire un nystagmus en utilisant des niveaux infrasonores de 112-150 dB chez les cobayes, les singes et les humains. Cependant, la recherche avec des composants audibles dans le spectre sonore avec des cobayes et des singes a produit du nystagmus. D'autres chercheurs rapportent d'autres effets vestibulaires en plus du nystagmus aux seuils suivants: 125 dB de 200-500 Hz, 140 dB à 1000 Hz et 155 dB à 200 Hz. Les diminutions de la fonction vestibulaire se produisent systématiquement pour les niveaux de bruit à large bande de 140 dB (avec protection auditive).

Les sujets humains ont écouté des niveaux très élevés de bruit à basse fréquence et d'infrasons dans les modes protégés ou non protégés. Une durée de deux minutes allant de 140 à 155 dB produisit une gamme d'effets allant d'une gêne légère à de fortes sensations de pression, de nausées, de bâillements et de vertiges. Les effets comprenaient également une vision floue et des distorsions du champ visuel dans certaines conditions d'exposition. La nature et le degré de tous les effets dépendaient à la fois du niveau sonore et de la fréquence, les effets les plus graves se produisant dans la gamme de fréquences audibles (par opposition aux infrasons), à des niveaux supérieurs à environ 145 dB. Les enquêteurs n'ont trouvé aucun seuil temporaire de shi fi (TTS) parmi leurs sujets, et l'utilisation de protecteurs auditifs a grandement atténué les effets indésirables.

Depuis les premiers jours de l'essai et de la maintenance des moteurs à réaction, des preuves anecdotiques sont apparues reliant l'exposition à un bruit intense, avec des plaintes telles que des étourdissements ou des vertiges. nausée et vomissements. À la suite du bruit de la sirène à 140 dB, les sujets ont constamment rapporté qu'ils avaient l'impression d'être poussés sur le côté, généralement loin de l'oreille exposée, et un sujet

a signalé avoir de la difficulté à se tenir debout sur un pied.

Ces effets n'étaient pas aussi dramatiques que ceux du bruit du moteur à réaction (large bande) à 140 dB.

Cette recherche conclut que le seuil du dysfonctionnement labyrinthique est d'environ 135 à 140 dB et que ces effets se produisent pendant, mais pas après, l'exposition.

Temps d'apparition

L'apparition de nausées ou de nystagmus n'a pas été identifiée dans la littérature, mais elle est présumée relativement immédiate en raison des effets sur le labyrinthe survenant pendant, mais pas après, l'exposition à des niveaux de pression acoustique de 135 à 140 dB.

Durée de l'effet

L'incapacité dure seulement tant que le son incapacitant est présent.

Accessibilité

Sur la base des données présentées ci-dessus, il n'est pas clair si le degré de nausée ou de nystagmus est accordable, mais les symptômes similaires causés par d'autres stimuli sont variables en degré.

Distribution des sensibilités humaines aux effets désirés

Il est très probable que tous les individus seront sensibles à ce stimulus à l'exception de ceux ayant une maladie ou un défaut (c'est-à-dire des sourds-muets) de certaines parties ou parties du système vestibulaire. Les données n'ont montré aucune diminution constante des réflexes vestibulo-oculaires avec l'âge.

Récupération / Sécurité

Les sujets normaux sont susceptibles de se rétablir immédiatement et ne subissent aucun changement auditif ou non mesurable à moins que les facteurs de fréquence-intensité-temps bien connus ne soient dépassés.

Ceci est basé sur des études qui n'ont trouvé aucun changement de seuil temporaire dans

l'audition des sujets testés à basse fréquence. Le personnel de la sécurité au travail reconnaît généralement que 115 dB (A) doit être évité et que 70 dB (A) est présumé sûr. On croit que l'énergie du bruit avec des fréquences prédominantes au-dessus de 500 Hz ont un plus grand potentiel de perte auditive que l'énergie du bruit à des fréquences plus basses. Les normes professionnelles relatives au bruit stipulent qu'une personne peut être exposée en continu pendant 8 heures à 90 dB (A) ou de 15 minutes à 115 dB (A).

Influence possible sur le(s) sujet(s)

L'induction du nystagmus et des nausées aura des effets variables sur les individus. Les effets peuvent être suffisamment incapacitants pour permettre un avantage offensif; la perception de la maladie peut rendre un sujet susceptible de persuasion. Il serait difficile de cibler des individus isolés au niveau actuel de la technologie de la sonorisation. Cette technologie peut être mieux adaptée à des groupes de personnes.

Statut technologique du générateur / dispositif de visée

La technologie génératrice de sons est bien développée mais pas très portable. Les dispositifs de visée sont peu développés.

Portée

Dans des circonstances normales, le niveau de pression sonore diminue de 6 dB (A) lorsque la distance à la source est doublée. Par exemple, si le son est de 100 dB (A) à 100 ft, à 200 R le son serait de 94 dB (A). À des niveaux sonores très élevés, certaines conditions peuvent entraîner des effets non linéaires lors de la propagation et augmenter considérablement la précision de la portée.

Vaincre les capacités / limites

Les effets négatifs du son audible sont grandement diminués si la protection auditive est gagnée. Le son haute fréquence est plus facilement bloqué que le son basse fréquence en raison des effets de longueur d'onde.

Effets biologiques induits par laser

Ce sont trois mécanismes de dommages fondamentaux associés à l'exposition au rayonnement laser: chimique, thermique et mécanique ou acoustique-mécanique.

Les altérations chimiques induites par laser dans les tissus irradiés sont appelées dommages photochimiques. La probabilité de rayonnement laser dans la partie de lumière bleue du spectre électromagnétique (.380 à .550 microns) induisant des réactions photochimiques diminue progressivement avec l'augmentation de la longueur d'onde. Des effets photochimiques ne sont pas observés lors de l'exposition à des radiations dont les longueurs d'onde dépassent 0,550 à 650 microns car l'énergie cinétique associée à ces photons est insuffisante pour amorcer un changement photochimique.

D'autre part, l'effet thermique est un mécanisme primaire pour les blessures induites par laser. L'étendue des lésions induites dépend de la longueur d'onde et de l'énergie du rayonnement incident, de la durée de l'exposition et de la nature du tissu exposé et de ses caractéristiques d'absorption. Généralement, ce mécanisme prédomine dans les parties visible et proche infrarouge (0,760 à 1,4 microns) du spectre électromagnétique et pour presque toutes les expositions CW et pulsées entre 0,1 millisecondes et 1 à 5 secondes.

Le troisième mécanisme de blessure associé à l'exposition au rayonnement laser est l'effet mécanique ou acoustique-mécanique. L'énergie rayonnante est absorbée dans le tissu et, à la suite d'une expansion thermique rapide après une courte impulsion de rayonnement laser (1 nanoseconde à 0,1 milliseconde), une onde de pression est générée, ce qui peut provoquer une lésion tissulaire explosive.

Généralement, les trois mécanismes fonctionnent simultanément chez un animal irradié. Les effets thermiques prédominent actuellement pour les lasers à onde continue (CW), tandis que les effets mécaniques ont une signification accrue pour les lasers en mode pulsé. Avec une puissance encore plus élevée, il faut aussi considérer des phénomènes non linéaires tels que l'absorption multiphotonique et les effets de champs électromagnétiques.

Les organes les plus sensibles au rayonnement laser externe sont la peau et les yeux. La gravité de la blessure est affectée par la nature de la cible, la densité d'énergie fournie à la cible, la fréquence et la puissance du laser, l'atténuation atmosphérique du faisceau et

l'utilisation d'optiques filtrantes ou amplificatrices par la cible, etc.

L'effet principal sur la peau est les dommages thermiques (brûlures). La sévérité varie d'un léger érythème ou rougissement à un cloquage sévère ou à une carbonisation, en fonction de facteurs tels que le dépôt d'énergie totale, la pigmentation de la peau et la capacité du tissu à dissiper la chaleur.

L'œil est particulièrement sensible à l'impulsion intense du rayonnement laser en raison de sa sensibilité unique à la lumière. L'effet de focalisation est similaire à celui d'une lentille grossissante, qui concentre l'énergie sur un point particulier. Comme la cornée et la lentille de l'œil amplifient l'intensité de la lumière incidente sur la rétine, la rétine est extrêmement sensible à la lumière visible et proche de l'infrarouge et les dommages à la rétine peuvent entraîner une perte temporaire ou permanente de l'acuité visuelle. Les lésions oculaires au laser varient en fonction de la puissance incidente, de la taille du point, de l'angle du faisceau, du mode temporel (CW ou pulsé) et de la fréquence de répétition des impulsions. Les effets signalés comprennent des lésions cornéennes, des brûlures, des cataractes et des lésions rétiniennes.

Certains lasers de forte puissance peuvent provoquer des effets antipersonnel par le dépôt d'énergie thermique. Ces lasers doivent fonctionner à une longueur d'onde facilement absorbée par la peau ou la cornée. Ceux-ci comprennent généralement les régions IR lointaines et moyennes (10 à 12 microns et 3 à 5 microns) ainsi que la région ultraviolette (<0.4 microns). Cependant, les longueurs d'onde ultraviolettes ne se propagent généralement pas bien dans l'atmosphère, de sorte que les principales longueurs d'onde de menace à considérer sont comprises entre 3 et 12 microns. Bien que des quantités relativement modestes de puissance laser IR lointaine soient nécessaires pour produire des brûlures superficielles sur la peau à courte distance, et des efforts pour concevoir des armes laser létalement rhéostatiques sont en cours.

Les armes laser aveuglantes non létales utilisent généralement des faisceaux collimatés avec une très faible divergence de faisceau, et l'énergie contenue dans le faisceau diminue relativement lentement sur de grandes distances. Les systèmes d'imagerie tels que les yeux et les systèmes de vision EO ont des optiques de focalisation qui amènent la vague de plan incidente à focaliser sur le plan du capteur. Il en résulte un gain optique élevé (supérieur à 100 000 pour les yeux), ce qui rend le capteur associé vulnérable à des

fluctuations relativement faibles de l'énergie laser.

Les effets des lasers sur les yeux sont triples :

- . Éblouissement éblouissant ou induit.
- . Flashblinding ou perte d'adaptation nocturne.
- . Cécité permanente ou semi-permanente.

La gravité des lésions oculaires au laser varie selon la puissance incidente, la taille du point, l'angle du faisceau, le diamètre de la pupille (conditions de lumière ambiante), le mode temporel (CW ou pulsé) et la PRF du laser. Les effets signalés comprennent les brûlures de la cornée, les cataractes (un trouble permanent du cristallin) et les brûlures et perforations rétiniennes. Les armes laser à basse énergie sont capables de provoquer ces dernières.

L'exposition à des énergies laser relativement faibles peut produire des changements temporaires dans la capacité de voir sans produire de blessure permanente. L'exposition à la lumière laser peut produire un effet appelé éblouissement, qui est similaire à l'expérience de perte de vision temporaire lors de la visualisation des phares d'une voiture venant en sens inverse. Les effets visuels ne durent que tant que la lumière est présente dans le champ de vision (FOV). A des expositions d'énergie légèrement plus élevées, le même rayonnement laser peut saturer ou faire clignoter les cellules photoréceptrices, ce qui entraîne une diminution de l'image avec le temps après exposition. Seul le rayonnement visible induira un éblouissement voilé ou après les images; le rayonnement proche infrarouge ne produira pas ces effets même si l'énergie radiante atteint les cellules photoréceptrices. Le daltonisme et l'éblouissement, bien qu'ils ne soient pas permanents, peuvent causer de l'inconfort et une perte de vision temporaire. Certaines études ont montré que l'éblouissement peut sérieusement affecter les performances de la tâche, en particulier dans des tâches très visuelles telles que piloter un avion ou viser.

L'aveuglement est la perte permanente ou semi-perméable de l'acuité visuelle. L'effet peut durer plusieurs heures et est généralement mis en évidence par une tache sombre dans le champ visuel. Cet endroit s'appelle un scotome. L'impact du scotome sur l'acuité visuelle variera en fonction de la taille et de la position de la lésion. La vision humaine est grandement affectée lorsque la lésion du laser se situe dans la zone de vision centrale de la rétine appelée fovéa. Les dommages au laser non-fovéaux peuvent être moins graves

ou même passer inaperçus car ils n'affectent que la vision périphérique. Les lésions rétiniennes les plus graves surviennent lorsque la lumière incidente est si intense qu'une perforation de la rétine se forme, entraînant une hémorragie dans la couche sous-rétinienne ou, dans les cas les plus graves, dans l'humeur vitrée de l'œil. Des expositions moins sévères entraînent des lésions sur la rétine.

Document réalisé par Chasseur d'Ondes