

Efectos de la explosión de la bomba atómica sobre el organismo humano

Por ANTONIO PEREZ GRIFFO

Capitán Médico del Cuerpo de Sanidad del Aire.

El efecto depresivo que sobre la humanidad produjo la declaración del Presidente Truman sobre la comprobación de una explosión atómica en el territorio de la Unión Soviética fué comparable con el efecto que causó la noticia de las destrucciones atómicas de Hiroshima y Nagasaki, por lo que situó el problema atómico en primer lugar de la actualidad mundial.

Creemos oportuno el hacer unos comentarios que sirvan de divulgación acerca de los efectos que en el organismo humano se comprobaron en las dos ciudades japonesas atomizadas, que obligaron rápidamente al Japón a solicitar una rendición incondicional que dió fin a la segunda guerra mundial.

Una vez terminada ésta, se trasladaron a las dos ciudades japonesas misiones médicas del Ejército y de la Armada norteamericanas, siendo publicadas parte de sus observaciones, cuya divulgación no afectasen un interés militar. Las experiencias de Bikini sobre animales permanecen sin publicación, al menos en su aspecto técnico.

El mismo día de la explosión fueron asistidas 50.000 personas en Hiroshima y 85.000 en Nagasaki. Pero en días sucesivos fueron siendo asistidos individuos que permanecieron indemnes durante veinticuatro o cuarenta y ocho horas o más después de la explosión, con una sintomatología que se iba sucesivamente agravando, hasta producir la muerte en un porcentaje muy elevado de casos, y los supervivientes tardaron en curar de tres a seis semanas, quedando secuelas importantes y definitivas en un buen número de ellos.

El efecto de esta nueva arma es doble; por un lado el efecto explosivo, de una violencia brutal y desconocida en todos los explosivos hasta ahora conocidos, y, por otro lado, efectos intensos de radiactividad al ser liberados en la explosión cuerpos intensamente radiactivos, con efectos similares al

que con tanto trabajo descubrieron los esposos Curie y al que denominaron radium.

La intensidad de los trastornos producidos en los habitantes de las dos ciudades japonesas están en proporción directa a la cantidad de radiaciones por ellos sufridas y la intensidad de radiaciones que sufrió cada enfermo está en razón inversa al cuadrado de la distancia del punto de la explosión, pudiéndose comprobar que los edificios de sólida construcción prestaron un indudable efecto protector.

Sin embargo, después del bombardeo de Hiroshima médicos americanos y también japoneses pudieron comprobar sujetos afectados de lesiones por radiactividad, que estuvieron a varios kilómetros de distancia del lugar de la explosión atómica, lesiones limitadas a la piel y conjuntiva ocular, y de menor intensidad que las que presentaban los afectados en el casco urbano de la citada ciudad.

El aire y el agua tienen la propiedad de absorber gran cantidad de radiaciones, calculándose que en dos kilómetros de aire quedan absorbidos fotones de 2 a 4 millones de voltios, y esta misma cantidad sería absorbida por dos metros de agua.

La explicación dada para poder razonar estas acciones a distancia se basa en la propiedad que poseen algunos cuerpos para adquirir un poder radiactivo determinado después de haber estado expuesto, por algún tiempo, a una intensa radiactividad. Los corpúsculos del polvo, el aire, formado por átomos de oxígeno, nitrógeno, carbono, se cargan de gran poder radiactivo, con lo que van saturando todos los objetos que encuentran a su paso, de radiactividad, formando verdaderas nubes radiactivas que saturarían toda una región, produciendo en algunos casos una verdadera esterilización.

Las lesiones producidas por la onda ex-

plosiva de la bomba tómica se presentan también en el empleo de otros explosivos, pero aquí adquieren una forma y una cuantía verdaderamente impresionante, por el extraordinario poder expansivo que se produce. Los autores anglosajones denominan a las lesiones por ella producida "blast injury", que puede ser traducido como "lesiones por explosión".

Este tipo de lesiones se produce estando el sujeto sumergido en el agua o no. En el aire se produce una primera onda de presión seguida de un vacío de succión. Existen grandes discrepancias acerca de cuál de las dos ondas sea la principal responsable de las lesiones, aunque para Willians son los dos factores casi por igual los promotores de las lesiones.

A estos efectos hemos de referirnos en primer lugar.

En clínica se distinguen, según la principal localización de las lesiones, varios tipos de "blast" que sucesivamente iremos describiendo.

a) "Blast" generalizado, rápidamente mortal, que tiene poco interés práctico porque se producen tal grado de lesiones que son incompatibles con la vida.

b) "Blast" pulmonar, que se caracteriza por un estado inicial de "shock" pronunciado, que se acompaña de disnea y cianosis, frecuentemente con pequeñas hemoptisis, dolor profundo producido por hemorragia mediastínica y dolor más superficial, debido a hemorragias subpleurales.

A la auscultación se puede apreciar la existencia de zonas de estertores crepitantes, y a la percusión de zonas de matidez alternando con otras de hipersonoridad. Radiográficamente pueden apreciarse dos tipos de imágenes, según Wester Mack. En unos casos aparecen manchas del tamaño de un grano de arroz diseminadas irregularmente alrededor de los vasos y bronquios de ambos pulmones, o bien adoptan la forma de amplias zonas opacas de forma y tamaño muy irregular. Estas imágenes evolucionan rápidamente y pueden variar de un día a otro.

La evolución presenta muchas alternativas difíciles de prever. Los casos graves presentan una disnea asfíctica sólo comparable a la que se presenta en el edema agudo del pulmón, que pronto adquieren tal

cuantía que rápidamente termina con la vida del individuo en un plazo de tiempo de dos a tres días.

En otros casos los primeros trastornos persisten sin aumentar, pero aparecen procesos neumónicos o bronconeumónicos por infección secundaria, así como también pleuresía supurada de marcha rápidamente, que suele ser la causante de la muerte en la mayoría de los casos, aunque también pueden evolucionar favorablemente.

Por último, hay enfermos que tienen una evolución más benigna: los síntomas descritos retrogradan, no surgen las complicaciones inflamatorias y la curación puede ser total y completa a las dos o cuatro semanas.

El tratamiento se limita fundamentalmente a reposo absoluto, morfina y respiración en atmósfera enriquecida de oxígeno. La respiración artificial está totalmente contraindicada, porque aumentaría el grado de las lesiones. Estos heridos no deben ser evacuados hasta tanto no se haya contenido la hemoptisis, se haya normalizado la respiración, el pulso recobre su tensión y ritmo normal y hayan desaparecido los signos de gravedad. Los fenómenos inflamatorios se combatirán con los antibióticos tipo penicilina, sola o en combinación con sulfamidas; medicamentos de los que se pueden administrar dosis preventivas desde los primeros momentos.

En estos sujetos están totalmente contraindicadas todas las intervenciones quirúrgicas que en ocasiones sea preciso practicar por otras lesiones del sujeto, hasta tanto no haya mejorado el estado general. Aun así, bajo ningún concepto se practicarán éstas con anestésicos generales por inhalación o intravenosa. En los casos en los cuales sea tan urgente la intervención que una demasiada demora haga peligrar el éxito de la misma, Robert aconseja una espera prudente, hasta comprobar que el cuadro del "blast" no progresa.

Las lesiones pulmonares son debidas a una rotura de la pared de los bronquios y de los vasos, motivadas por la violencia e intensidad de los bruscos cambios de presión sufrida, variando la intensidad del cuadro del número de estas roturas y del calibre de los vasos y bronquios afectados. Así se origina un verdadero enfisema intersti-

cial del pulmón, dependiendo de su cuantía la intensidad y gravedad del cuadro asfíctico.

c) El "blast abdominal" es consecutivo a la acción sobre el abdomen más directamente de la onda de explosión. El cuadro clínico es motivado por una variedad de lesiones verdaderamente grande. Las lesiones más leves consisten en hemorragias submucosas o subserosas en los órganos del aparato digestivo, así como también en los riñones, vejiga y bazo; hemorragias intracavitarias en los órganos huecos son motivo suficiente para imprimir al cuadro clínico un sello de gran variedad. Un grado más de gravedad lo constituyen las roturas y estallidos del estómago, intestinos y vejiga urinaria, del hígado o del bazo.

La sintomatología consiste en dos signos capitales: dolor y fuerte contractura de la pared abdominal.

No es posible en los primeros momentos poder diagnosticar la existencia o no de roturas o estallidos de los órganos abdominales, ya que estos dos signos son muy constantes y se presentan cualquiera que sea la lesión anatómica. Junto a estos dos signos también aparecen con gran constancia hemorragias gastrointestinales, bien en forma de hematemesis o de melenas, así como también hematuria por hemorragia en el aparato urinario.

Las hemorragias submucosas o subserosas del tubo digestivo evolucionan de forma diferente, según su cuantía: si alcanzan un determinado volumen, acarrearán perforaciones tardías en la cavidad peritoneal libre, lo cual suele acontecer después de un período de tiempo muy variable desde el momento de caer herido.

Las hematemesis y melenas pueden aparecer precozmente o después de pasado algún tiempo, siendo de cuantía muy diferente. En casi todos los casos suele persistir bastante tiempo; a veces, tres a cuatro meses o quizá más.

La rigidez de la pared abdominal, que en patología quirúrgica es el signo de más valor para poder establecer un diagnóstico de perforación de un órgano hueco en la cavidad peritoneal libre, aquí carece de ese valor diagnóstico, por cuanto se presenta casi constantemente; pero adquiere todo su va-

lor si ha mediado un espacio libre de tiempo entre el momento del accidente y su presentación.

Los signos de hemorragia interna también son difíciles de descubrir aquí, puesto que se enmascara con los signos de "shock" traumático, que siempre existe, y con los de hemorragia de la cavidad hueca de cualquier órgano, que, como hemos indicado más arriba, se presenta casi constantemente.

De los medios de exploración, sólo puede ser de utilidad la radioscopia o radiografía sin medio de contraste, y únicamente en los casos positivos en los cuales se comprueba la existencia de un neumoperitoneo como consecuencia del paso del tubo digestivo a la cavidad peritoneal de aire y gases.

El tratamiento plantea dudas difíciles de resolver, que en cada caso hay que estudiar y determinar muy cuidadosamente, analizando con gran pulcritud todos los signos que son posibles de la cuidadosa exploración a la que se le somete al herido, por lo que no se pueden dar reglas generales adaptables a todos los casos.

Baumann aconseja esperar hasta tener practicado un diagnóstico de exactitud, y cree que lo más prudente es "esperar y ver", mejor que "hacer y ver", siendo preferible una observación armada que una laparotomía inútil, que agravaría al enfermo.

Las indicaciones absolutas de intervenir son cuando se demuestre la presencia de perforación, estallidos de cualquier órgano y hemorragia interna.

Como tratamiento, fuera de los casos ya citados, propone este autor la práctica de infiltraciones anestésicas de los esplácnicos, y si a pesar de ellas la contractura de la pared persiste, decide la intervención.

La evolución ulterior, en todos los casos, es la única que determina las indicaciones quirúrgicas adecuadas a cada caso particular.

La infección, que puede presentarse con gran frecuencia, será tratada con antibióticos, y si fuese preciso, con la intervención, para drenar aquellos focos supurados localizados que lo requieran.

Fuera de estos casos de intervención quirúrgica, el tratamiento médico será puramente sintomático: reposo absoluto, dieta

absoluta, coagulantes, hemostáticos, sedantes, hielo en el vientre, mantener un suficiente aporte de líquidos y sales mediante el empleo liberal de suero salino y fisiológico, transfusiones de sangre, etc.

d) El "blast auditivo" se caracteriza por la ruptura de la membrana del tímpano. Subjetivamente se manifiesta por un dolor como de puñalada seguida de la percepción de un ruido bastante característico, de tono muy elevado, con hemorragia por el conducto auditivo de escasa cantidad. Se puede apreciar, por la exploración, la ruptura de la membrana timpánica sin que tome imagen típica alguna esta ruptura.

En los casos no complicados, la curación suele suceder a las tres semanas. En los casos con infección secundaria se presenta una supuración más o menos abundante, que suele ser muy penosa, pudiéndose presentar con mucha facilidad todas las complicaciones propias de la supuración del oído medio.

De tratamiento, sólo es útil prevenir la infección; para ello aconseja Alexander las pulverizaciones con sulfamidas o con penicilina. Toda clase de lavados, aun con soluciones de estas sustancias, están totalmente contraindicadas, por favorecer con ellos la otitis media, que es la mayor complicación que puede surgir.

e) Y por último, el "blast cerebral" está formado por el cortejo de síntomas que caracteriza al hematoma subdural: por un lado, la inundación ventricular, y en algunos casos, las pequeñas hemorragias localizadas a nivel de la corteza cerebral.

Clínicamente se puede apreciar pérdida pasajera del conocimiento, violentos dolores de cabeza, pérdida de la memoria y de la ideación y expresión de gran ansiedad e intranquilidad.

En un porcentaje bajo de los casos se presenta alteración de los reflejos, éstasis de la pupila ocular, indicativa de hipertensión cerebral, parestias y parestesia y crisis convulsivas. Mediante el electroencefalograma se aprecia disritmia, y por la neumoencefalografía, aplastamiento de la corteza y defectos de repleción de los espacios subaracnoideos, y en algunos casos, distensión ventricular.

La gravedad de este cuadro depende de la cuantía y grado de estas alteraciones. La muerte puede sobrevenir a los pocos minutos del comienzo, por aumento de la tensión intraventricular, por hemorragia cerebral y por fuerte conmoción cerebral. Cuando sobrevive a estas lesiones pueden quedar secuelas, consistentes en hemiplejías y afasias.

El tratamiento es puramente sintomático. Cuando se comprueba la presencia de un hematoma subdural está indicada la trepanación y vaciado del mismo. En los casos de hipertensión cerebral, las punciones cisternas proporcionan un gran alivio a los enfermos, al disminuirles la intensa y lacerante cefalea. Junto a estas indicaciones, las generales en todo traumatismo de cráneo.

Fácilmente se comprende que en raras excepciones es posible ver en la práctica un cuadro de "blast" aisladamente pulmonar, abdominal, auditivo o cerebral, cuando es todo el organismo casi por igual el que ha sufrido los efectos de la onda expansiva de la explosión de un artefacto de esta naturaleza; por tanto, prácticamente se ven cuadros entremezclados, en los cuales existirá un marcado predominio de los efectos sobre el abdomen, tórax, oído o cabeza. Estos tres últimos es más fácil verlos casi puros; no ocurre lo mismo con el "blast" abdominal, ya que por estar constituida la pared superior o techo de la cavidad abdominal por una lámina muscular—el diafragma—, que separa o limita esta cavidad con el tórax, los cambios bruscos de presión que asienten sobre el abdomen distienden y actúan este tabique muscular, que no logra impedir que los órganos torácicos sean también afectados, siendo, por tanto, lo más frecuente el que ambas cavidades presenten lesiones, y, por tanto, el resultado es un "blast toraco-abdominal", más que abdominal puro.

Otro de los caracteres de la explosión de la bomba atómica es el desprendimiento de extraordinario poder calorífico. La temperatura que se engendra en el momento de la explosión es extraordinaria. El organismo humano no está adaptado a soportar impunemente tan altas temperaturas, y también son observables los efectos del calor, como fué comprobado en las dos desgraciadas ciudades japonesas.

Realmente, los casos en los cuales se pudo comprobar la acción del calor directo presentaban lesiones tan intensas de otra índole, que éstas constituían por sí solas las de mayor relieve del cuadro clínico.

Junto a los efectos ya indicados, el "shock" traumático revestía caracteres francamente impresionantes, originados por un doble mecanismo: de una parte, los efectos del traumatismo, y de otra, por la intensa radiactividad que se desprende en el lugar de la explosión atómica.

Igualmente, no fueron menos impresionantes los efectos de los sepultamientos y aplastamientos entre los escombros de los edificios derruidos, que, por el carácter de las construcciones de estas dos ciudades, adquirieron cifras elevadísimas, dando origen a otro síndrome postraumático, observado en 1940 por Bywaters durante los bombardeos de Londres, el cual lo describió con el nombre de "síndrome renal del aplastamiento".

El cuadro clínico que presentan estos pacientes es diverso en las distintas observaciones: unos estaban solamente asustados, pálidos, fríos; pero la presión sanguínea era normal y todo lo que precisaban era reposo y tranquilidad. Otros tenían grandes graves lesiones y su palidez y frialdad se acompañaban de descenso de la presión sanguínea y hemodilución gradual, lo que podría explicarse por la grave hemorragia sufrida, ya que cuando esta sangre era repuesta por la transfusión sanguínea el cuadro mejoraba notablemente. Y por fin, otro grupo, aparte de los síntomas comunes con los anteriores, presentaban pulso filiforme casi imperceptible, baja considerable de la presión sanguínea y alteraciones hemáticas que también son demostrables en el "shock" traumático. En el miembro aplastado, los enfermos notan dolor muy intenso, quedándoles posteriormente como adormecido, presentando edema profundo y zonas eritematosas en la piel, con los músculos paralizados e insensibles.

Por parte del riñón, los síntomas son los más característicos y dan nombre al accidente. La orina es ácida, con sedimentos muy ácidos, con unos gránulos de color castaño, que para Bywaters son expresión de un bloqueo de la función del tubo renal, encontrándose igualmente potasio y creatina,

que proceden del músculo traumatizado. Como resultado de la grave alteración de la función renal, existe retención del nitrógeno, y, pasado algún tiempo, estos enfermos presentan el cuadro clásico de uremia, que en los casos desgraciados les lleva a la muerte.

De estos lesionados, solamente un tercio, aproximadamente, de los casos, se salvan, y por regla general, siempre les quedan lesiones deficitarias, más o menos intensas. Los otros dos tercios de los casos mueren antes del final de la tercera semana, siendo curioso el hecho de que en el electrocardiograma de estos enfermos se encuentran cambios similares a los observados en las intoxicaciones con el potasio, como también un notable aumento de la potasemia. Todo esto hace indicar que a nivel de la zona lesionada tiene lugar la absorción de sustancias nocivas, producto de la desintegración muscular, que, aparte de los trastornos que ocasiona en los distintos órganos de la economía, produce intensas alteraciones de los órganos de eliminación.

Los trastornos que acabamos de analizar se suman a los otros accidentes, dando lugar a cuadros clínicos extremadamente confusos y graves.

A estos efectos inmediatos de la explosión atómica se le atribuyen el 60-75 por 100 de muertes inmediatas a la explosión. Junto a estos fenómenos se observaron otros más, que se añadían a los efectos, ya de por sí terribles, que acabamos de reseñar, los cuales aparecían a los pocos días después del bombardeo, derivados de la liberación en la explosión de cuerpos dotados de poder radiactivo. Eran conocidos los efectos de las radiaciones de estos cuerpos y de las emitidas por los rayos X, pero eran desconocidos los efectos sobre grandes multitudes, como las que soportaron en las dos ciudades, y los efectos sobre el hombre de una acción tan masiva y tan brutal de estas radiaciones, como fueron las que actuaron sobre los japoneses en las dos ocasiones ya citadas, que si bien medió un plazo de tiempo variado entre la explosión y el comienzo de los síntomas, produjeron lesiones incompatibles con la vida en un porcentaje muy elevado; en otros, lesiones que, aunque eran compatibles son irreversibles, quedando una serie de secuelas e invalideces, y en

un tercer grupo, lesiones que eran todas curables, pero en un plazo de tiempo bastante prolongado.

Clínicamente describe G. V. Le Roy tres cuadros clínicos, según la gravedad de los síntomas:

a) Los más graves comenzaron a sentir molestias a las veinticuatro horas siguientes de la explosión, iniciadas con fiebre alta, diarrea abundante, seguido después, a los cuatro o cinco días, de un gran decaimiento del estado general, púrpura hemorrágica y muerte rápida en el 100 por 100 de los casos.

En la autopsia se encontraron hemorragias en casi todos los órganos del cuerpo y graves destrucciones en la médula ósea.

b) En sujetos más alejados del punto de la explosión y que, por tanto, recibieron menor cantidad de radiaciones, los síntomas comienzan entre el séptimo y décimoquinto día después de la explosión, con intensa depilación, diarreas intensas y muy rebeldes a todo tratamiento, púrpura hemorrágica, que se manifiesta por manchas petequiales diseminadas por todo el cuerpo, epistaxis y hemorragias diversas, fiebre, y en la sangre se aprecia una disminución muy marcada de la cifra de leucocitos, de los hematíes y de las plaquetas.

La depilación, aunque muy intensa, no es completa en todos los casos y rara vez es definitiva, comenzando a crecer nuevamente el cabello entre la séptima y octava semanas. La leucopenia (disminución de glóbulos blancos) es bastante constante y llega a bajar hasta cifras de 600 leucocitos por milímetro cúbico. Cuando llega a estas cifras tan bajas se puede considerar como irreversible. En las glándulas genitales se encuentran lesiones destructivas que provocan la esterilidad en la mujer y la azoospermia en el hombre.

La mortalidad en estos casos alcanza cifras del 50 al 75 por 100.

c) La tercera forma, considerada como la menos grave, comienza entre la tercera y la quinta semana después de la explosión atómica, caracterizándose por pérdida de fuerzas y del apetito, malestar general, diarrea, inflamaciones moderadas de las encías y de la lengua, que provoca grandes molestias, principalmente al comer; depilación

poco intensa, así como también intensa inflamación de las conjuntivas. La anemia es intensa, e, igualmente, la cifra de leucocitos baja grandemente, sin alcanzar nunca las cifras del cuadro anteriormente descrito.

La médula ósea, aunque muy afectada, muestra indicios de regeneración. Aparecen ulceraciones lópidas muy rebeldes, con todos los caracteres descritos como característicos de la úlcera Röelgen.

Los cuadros descritos son los más frecuentes y los que son observables en las semanas subsiguientes a la explosión; pero a más largo plazo pueden ir apareciendo trastornos y lesiones directamente atribuibles a los efectos de la radiación, tales como la necrosis del maxilar inferior, la transformación fibrosa, con gran retracción del parénquima pulmonar; lesiones muy parecidas a las observadas en los mineros de las minas de las cuales se extraen minerales radiactivos, y que son sobre las que se asienta una forma particular de cáncer que alcanza entre la población minera de Schneeberg un porcentaje del 70 por 100, por lo que fué denominado "cáncer de Schneeberg". Es posible que un ulterior estudio de estos enfermos pueda descubrir lesiones de este tipo.

Junto a estas lesiones también es posible descubrir alteraciones de las secreciones internas, del hígado, páncreas, y en el ojo pueden aparecer lesiones de la córnea y de la retina, con los consiguientes trastornos de la visión.

El tratamiento de estos enfermos, en su fase aguda, es puramente sintomático, ya que no disponemos de ningún recurso terapéutico eficiente con el cual poder contrarrestar los efectos de las radiaciones. La terapéutica ha de atender a los cuatro puntos siguientes:

1. Mantener un suficiente aporte de líquidos y sales mediante el empleo a larga mano de sueros salino y glucosado.

2. Combatir la tendencia a la hemorragia mediante la administración de coagulantes y hemostáticos.

3. Tratar la anemia, responsable del grave cuadro que presentan estos heridos, mediante la práctica de transfusiones de sangre total. Como existe una dilución de la sangre, parecen indicadas las transfusiones de concentrados de glóbulos.

4. Prevenir y tratar las infecciones por medio de los antibióticos, tipo penicilina-estreptomicina y sulfamidas, en aplicaciones locales o en uso interno.

Con arreglo a lo observado en las dos ciudades japonesas, no cabe duda que se estará trabajando sobre las bases que servirán para lograr una protección eficaz a la población civil para caso de bombardeos atómicos, ya que se supone que esta arma está destinada a ser empleada sobre las grandes ciudades enemigas.

Con las armas ordinarias, una vez terminada la explosión del último artefacto, desaparece el peligro, por lo cual la población civil sale de sus refugios y puede dedicarse a sus quehaceres; con la bomba atómica, una vez pasado el primer peligro de la explosión, comienza el segundo y más traidor, porque momentáneamente los afectados no sienten ningún trastorno, y, sin embargo, van absorbiendo radiactividad en dosis desconocidas y más o menos grandes, que de forma oculta ataca uno a uno a todos los habitantes de la ciudad bombardeada, bien la directamente liberada en la explosión a la que propagan los cuerpos que se han vuelto radiactivos después de la misma, lo que ocasiona un número de víctimas mayor o igual que el producido por la explosión.

Los obreros que trabajan en industrias de radiactividad van protegidos con un traje especial construido de material plomado; pero se comprende lo costoso y lo prácticamente imposible que representaría el distribuir entre todos los habitantes de una nación estos trajes protectores.

Sin embargo, no parece difícil se logre construir refugios lo suficientemente sólidos como para poder soportar la violencia de la explosión, recubiertos de gruesas planchas de plomo que hagan imposible la entrada de los rayos en el interior de los refugios. No cabe duda alguna que los sabios que se dedican a la investigación atómica estudian también procedimientos para la protección individual y colectiva de la población civil que aseguren una máxima eficacia durante el tiempo en que dure el bombardeo y también durante todo el período de tiempo en que exista en el ambiente tan alto poder radiactivo, porque, como hemos visto, estos poderes de radiación se van transmitiendo a todos los objetos y pueden ejercer su acción

nociva durante bastantes horas y días después, en cuyo haber existe el mayor número de bajas, puesto que en las dos ciudades atomizadas los efectos explosivos sólo produjeron la sexta parte de todos los desastres.

Con los medios de protección actuales se logra proteger a la población civil de los efectos explosivos, cuya acción dura el tiempo de la alarma; pero con los efectos radiactivos el tiempo de acción es prácticamente imposible de prever. Si se abandonan los refugios una vez ocurrida la última explosión y desaparecida la alarma, se someten los pobladores de la ciudad bombardeada a los enormes peligros de la radiactividad, que salvo la acción masiva, que es reconocible a los pocos momentos, no es posible en los demás casos conocer el peligro de antemano y sólo por sus efectos, que aparecen a los pocos días después.

Cada guerra nos deja el conocimiento de nuevas armas y medios de destrucción, en una carrera ascendente en cuanto a potencia y peligrosidad. Las anteriores eran destinadas a su empleo en el campo de batalla entre los ejércitos combatientes. Con la aparición de los gases de guerra se dió comienzo a un nuevo sistema de ataques masivos a la retaguardia enemiga, que, junto con las destrucciones de instalaciones fabriles y de interés militar, se buscaba la desmoralización de la retaguardia, que entraba a figurar como uno de los objetivos indispensables de lograr antes de obtener la victoria final. No sabemos lo que el futuro nos tiene reservado en cuanto a las variaciones en los modos de guerrear, y nadie es capaz de sospechar lo que representará una guerra atómica en la que se emplee con profusión esta nueva arma, pues todo lo que se pueda decir de antemano sólo serán erróneas suposiciones y meras especulaciones, con más interés político que práctico; pero es de desear que de esa desarmonía internacional que reina entre las naciones que irónicamente se llaman unidas surja un acuerdo similar de prohibición de su uso, de igual modo que en la anterior postguerra se acordó la prohibición del empleo de los gases asfixiantes, observada con bastante rigor por ambos contendientes de la últimamente sufrida, con lo cual se ahorraron muchas víctimas inocentes que no son culpables del error cometido por sus gobernantes.