

# IŞINLARIN GÖZE YAPTIĞI ZARARLAR

Prof. Dr. A.  
HEYDENREICH

**U**zun zamandan beri karşılaşılan meslek hastalıkları arasında gözlerin ışın enerjisi yüzünden bozulması büyük bir yer almaktadır. Enerjice zengin yeni ışınların kullanılması ve gelişmesi sayesinde (korpüskül ışınları, laser v.b.) meslek hastalıklarına daha bir çok göz hastalıklarının gireceği şimdiden söylenebilir. Mesele zaman geçirmeden bunlara karşı alınacak tedbirlerin uygulanması ve iş kazalarından koruma nizamlarının sağlanmasıdır.

## A. Görünen Işık (Güneş Işığı) :

Normal gün ışığı gözlere bir zarar yapmaz. Göz bebeği daralması vasıtasıyla gelen ışığın en büyük kısmı zararsız hale sokulur. Yüksek dağlarda güneş ışığı, ultraviyole ışınlarının zenginliği ve kardaki yansıma yüzünden kar körlüğünü meydana getirir.

Kar körlüğünde saydam tabakada yüzeysel ve nokta, nokta bir iltihap bir kaç gün içinde geride birşey bırakmadan iyi olur; yalnız bu, bundan sonraki bir enfeksiyonla tehlikeli saydam tabaka üslerine (yaralarına) sebep olabilir. Kar körlüğünü piyasada satılan % 75 ışık absorpsiyonlu güneş gözlükleri kullanmak suretiyle önlemek mümkündür.

Uzun zaman açık gözle güneşe bakılırsa, ağ tabakasının ortasında yanma etkileri meydana gelir, buna Retinitis Solaris adı verilir. Çok kez bu, kısmi güneş tutulmalarında, bu doğa olayını, korumasız açık gözle gözlemek isteyenlerde olur. 1968 yılındaki son güneş tutulmasından sonra da kısmen devam edici zararlar bırakan birçok hallere rastlanmıştır.

Burada bahis konusu olan kırmızı, özellikle infraruj (kırmızı ötesi) ışınlarının etkisidir, ki bunlar bir çok yıldan beri ışık ve laser ile doku tahribi, örneğin gözün arka yüzeyindeki tümörlerin tahribi için kullanılmaktadır. Meslek hayatın-

da elektrikli erime ocaklarında veya kaynak işlerinde koruma gözlüksüz çalışanlarda aynı araz, az miktarda da olsa, göze çarpmıştır. Ağ tabakanın makula bölgesinde aynı türden değişiklikler, şimşek çakması, yüksek akım arızaları veya atom şimşeklerinden sonra da meydana gelir.

## B. Suni Işık Kaynakları :

Son yıllarda neon ve benzeri lambalarla çalışanlarla televizyon seyredenlerde gözlerde çabuk yorulma, baş ağrıları, ve iyi görmeme şikâyetleri ile karşılaşmıştır. Bunlar fonksiyonel niteliktedir. Neon lambaları gözlere bir zarar vermezler. Göz yorulmaz şikâyetlerinin önüne geçmek için gözlükle yapılacak tashihlere ihtiyaç vardır. Gözün geri yüzeyinde infrarujdan dolayı meydana gelen zararların başka ışık kaynakları tarafından oluşturulması az vak'ada görülmüştür ve çok kritik değerlendirilmelidir. Bazı ışık kaynaklarında ultraviyole ışınları vardır ve bu yüzden zarar verebilirler.

## C. Infraruj Işınlar :

Infraruj ışınlar: 760 dan 3.000 milimikron'a kadar canlı maddeler üzerine olan etkileri ısı etkilerinden ileri gelir. Yaklaşık 1.400 milimikron ve daha uzun olan dalgalar saydam tabaka tarafından tamamiyle absorbe edilir, 760 milimikron da ise ışınların % 93'ü ağ tabakaya geçer. Göze yaptıkları zarar her şeyden önce mercekte saydamlığın kaybolması (infraruj perdesi) ve ağ tabakasında yanma (Retinitis solaris) dir. Infraruj ışıklarının yaptığı zararların anlaşılmasında ışık koagulation'unun gelişmesi büyük hizmet etmiştir. Saydam tabaka ile gözün rengini veren tabakada (iris) meydana gelen araz yalnız denemelerden bilinmektedir. Infraruj perdesi, ateşçilerin ve cam üfü-

rücülerinin perdesiyle beraber, bugün ışık enerjisinin sebep olduğu meslek hastalıkları arasında en sık görülenidir. Ona cam üfürücülerinde, özellikle cam kap ve şişe üfürücülerinde, bunlardan başka yüksek fırın işçilerinde, zincir döven demircilerde, çelik ergitlemede ve hadde işlerinde çalışanlarda, daha başka ateş işçilerinde (örneğin, eskiden malzemeyi 2400° - 2700° lik dev alev arkları arasında ergiten karbit fabrikalarında) rastlanır. Çoğun 20 yıllık meslek hayatından sonra yüzderisinin kızarıklığı ve esas kan damarlarının genişlemesi yanında mercecek arka kutbunda röntgen perdesinde olduğu gibi merkezi mercecek bulanıklığı görünür. Ateş öntünde çalışan işçilerde yaş ilerlemesinden meydana gelen mercecek bulanıklığı normal insanlardakinden çok daha önce başlar. Vak'aların bir kısmında karakteristik cam lameller bulunur ki, bunlar ön mercecek kabuğunun kısmen yerinden kopmasıdır. Cam üfürücülerinde ilk önce sol göz hastalanır. Bundan 200 yıl önce bu ateş perdesi L. Heister tarafından açıklanmıştı. Bunun sebebi olarak, Goldmann tarafından yapılan deneysel incelemeler, infraruj ışınlarının gözün rengini veren tabakalarda absorpsiyonu yüzünden gözün ön odasındaki suyun 4° ve daha fazla ısındığını ve bundan dolayı merceğinde ısındığını göstermiştir. Bunun tedavisi bulunan merceğin çıkarılmasıyla kabilirdi. Korunma iş yerinde başlar. Ocak açıklıkları mümkün olduğu kadar küçük tutulmalıdır. İçinde demir oksit bulunan camdan yapılan koruma gözlükleri kullanılmalıdır. (Çok ince altın, gümüş veya platin bir safiha ihtiva eden antifar camlarda infraruj ve ultraviolet ışınlarını % 100 oranında geri yansıtmakta, güneş ışınlarını ise % 75 oranında geçirirlerdir).

#### D. Ultraviyole Işınları (UV) :

UV—ışınları çok sıcak ışın yayan cisimlerden oluşur ve özellikle güneş ışığında, çok yüksek yerlerde, teknik ışık kaynaklarında, örneğin elektrik ark kaynağında, civa buharı ve kuarz lambalarında, analiz lambalarında, güneş ışığı ampullerinde (Xenon yüksek basınç lambalarında) bulunur. UV ışınları 10-400 milimikron'da quantum etkili yüksek bir foto enerjisine sahiptirler (iyonize edici ışınlar gibi). Dokularda UV ışınları foto kimyasal bir iç yapı değişikliği (denaturation) ve daha sonrada protein cisimle-

rin bir koagulation'unu oluştururlar.

Bunların etkisi altında en fazla kalan nükleoproteinlerdir. Göz için en zararlı olan her şeyden önce 260 ile 305 milimikron arasındaki ışınlardır. Bunlar saydam tabaka tarafından absorbe edilir ve orada keratitis photo - electrica, yani yüzeysel nokta nokta bir iltihap meydana getirirler. Hastalık çok fazla sancıya sebep olur, fakat herhangi bir kalıntı bırakmadan iyileşir. En çok kazaya elektrik ark kaynağında ve UV lambalarıyla çalışan ve gözlerinin korunmasına yeter derecede önem vermeyen, yani UV geçirmeyen gözlükler kullanmadan çalışan tıbbi yardımcı personelde rastlanır. Uzun dalga boyundaki 300-400 milimikron UV ışınları yüksek dozajla çalışıldığı takdirde hayvan deneylerinde göz merceği bulanıklığı (katarakt) oluştururlar. İnsanlarda UV den dolayı meydana gelen mercecek bulanıklığına rastlanmaz. 1930'larda tartışılan uzun dalga boyulu UV ışınlarının meydana getirdiği ağ tabaka zararları son derecede kuşku uyandırıcıdır. Duke-Elder onların daha henüz bilinmeyen, ışıktan duyar bir faktörden ileri geldiği kanısındadır.

#### E. Radar, Radyo ve Diatermi Dalgaları :

Burada bahis konusu olan 10<sup>6</sup> cm-0.1 lik dalga uzunluklu enerjiler genellikle o kadar düşüktür ki herhangi bir zarara sebep olmazlar. Radar'da (3 cm), ki dalga uzunlukları mikrodalgadiatermi ile (ultra kısa dalga 12-3 cm) eş düşmektedir, ısı etkisi yüzünden ölüm vak'alarına rastlanmıştır, fakat bunlar ışın kaynağına çok yakın bulunan kişilerde (işletme personeline) olmuştur.

Göz özellikle tehlike karşısındadır, bu ışınlar her şeyden önce gözün camsı cisim bölgesinde ısının birikimine sebep olurlar (25 dakikalık ışınlanma süresinde sıcaklık artışı 12°, vücut sıcaklığı yalnız 4° artar), bunun karşısında biyoloji bakımından önemli enzim merkezlerinin yıkımı büyük bir rol oynar. Bununla beraber şimdiye kadar Radar veya mikro dalgalı diaterminin gözlere yalnız çok nadir vak'alarda zarar verdiği gözlenmiştir. Bu zararlar göz merceğinin bulunması ve gözakını örten zarın (konjonktiva) tahrişidir. Bunlar radar istasyonunda işletme kurallarının dikkatle izlenmemesinden ileri gelmiştir. Deneysel olarak mikrodalgalı diatermi'de yüksek enerjiler (12 cm. dalga boyu, 0.59 W/cm<sup>2</sup> 5 dakika 0.29 W/

cm<sup>2</sup> 90 dakika) göz kapağı, göz akını ortan zar, saydam tabaka ve renkli tabakayı zarara uğratmış ve üç perde şekli (mercek ön kapağı bulanıklığı, mercek arka kutup bulanıklığı, merceğin tüm kararması) meydana getirmiştir.

Kısa dalga diyatermi (15-30 cm. dalga boyu) deneysel olarak gözde benzer zararların meydana gelmesine sebep olur, insanda birkaç günlük saydam tabaka ödemi ve renkli tabaka kanlanması tolerans sınırlarının dikkate alınmamasından ileri gelmiştir. Radyo dalgaları ve televizyon insan organizması için zararsızdır. Televizyon karşısında gözden edilen şikâyetler göz yorulması cinsinden şeylerdir ve gözlük gerektiren göz hatalarının düzeltilmemesinden ileri gelir ki bu bir televizyon fabrikasında çalışanlar arasında şahsen yaptığımız incelemeler sonucu meydana çıkmıştır.

#### F. Maser ve Laser Işınları :

Bu, daha bir kaç yıl önce geliştirilmiş olan ışın türü bugüne kadar açıklanamamış biyolojik etkilere sahiptir. Mikro dalga ile çalışan ilk cihaza «maser» adı verilmiş ve bu sınırlı frekans alanı yüzünden pek fazla kullanış olanağı bulamamıştı. Bundan sonraki gelişimler görünen ışıkla infraruj ışınları bölgesine kaymış ve genellikle buna «Laser» denilmiştir. Özel önem taşıyan laserler genellikle 750 - 100 milimikron dalga uzunluğu alanında çalışanlardır. Moleküler kuvvetlendirme sayesinde bir renkli ışık demetinde en yoğun bir yerde 500 milyon watt ve daha fazla bir enerji oluşturan ışın şiddetleri elde edilebilmektedir, ki bu 1 milyon Volt/cm. lik elektriksel bir alan şiddetini karşılar, bu ışık demetinin odaklanması sayesinde daha yüksek şiddetlerin elde edilmesi kabildir. Fakat nispeten daha az güce sahip laserler de gözler için tehlikeli olabilir, özellikle ağ tabakası için zarar verici etkisi her şeyden önce teknik bir etkiden ileri gelir, enerjice zengin cihazlarda muhtemelen bugüne kadar bulunmamış olan biyolojik etkiler bahis konusudur. Göze en fazla zarar veren Rubin - Laser'dir, çünkü bu tedavi amaçları için kullanılmaktadır. (Ağ tabakası Koagulation'u). «Pulsed» Rubin Laser Xenon yüksek basınç ışık koagulatörleri gibi koagulation etkileri meydana getirirler. Ağ tabakasına en az zarar veren sınır değeri yaklaşık 200 - 175 mikro saniyede 0,7 joule/cm<sup>2</sup> dir. Co. - Neodymium - Laser ve Q - Switched - Rubin Laser çok daha yük-

sek enerjilere sahiptirler ve saydam tabaka ve mercekte delinmeler, ağ tabakada ve damar tabakada delikler meydana getirebilirler ki bunlar hayvanlar üzerinde yapılan deneylerde görülmüştür.

Laser ışınlarından özellikle zarar gören insanlar deney laboratuvarlarında ve atelyelerde laser cihazları yapan ve onlarla çalışan kimselerdir. Burada asıl rol oynayan ışının tüm enerjisi ve süresidir. Fakat sık gösteriler, örneğin, cihazların ayarlanmaları da zamanla daimi zararlara yol açabilirler. Herşeyden fazla ağ tabakının merkezinde yanıklar veya Makula dejeneration'ları görülür. Gözlerin korunması özel filtre camlarıyla kabildir. (BG 38 ile birleşik olarak BG 18; dalga boyları 1-3,4 milimikron olan Schott ve Gen. veya daha zayıf laser kaynaklarında KG3). Filtre camlarının seçimi Laserin dalga boyu alanına göre yapılır. (Fizikçiler bunu kolayca belirtebilirler).

Özellikle tehlikeli olan ışınların yansıtıcı düzeyler tarafından yansıtılmasıdır, (fayans v.b.), çünkü bunlar tek renkli ışınları aynı şiddette yansıtırlar ve böylece onlar rastgele yardımcı kişilerin gözlerine erişebilirler. Birçok yazarlar ağır, kalıcı zararlar getiren bu gibi kazalardan bahsetmişlerdir. Biz de 3-4 yıldanberi Laser'lerde çalışan 80 kişi arasında makula alanında dört kez çok ince dejenerasyon gözledik, buna rağmen bunların görüş keskinliği azalmamıştı. 8 kişide ani adaptasyon değişmişti. Laser'in zararlarından korunmak için iş korunma tedbirlerine ihtiyaç vardır:

1. Hiç bir zaman doğrudan doğruya bir Laser'in içine bakılmamalıdır.
2. Özel korunma gözlükleri kullanılmalıdır.
3. Çalışma yeri aydınlatılması olmalıdır, (foto plakları filtre veya siperler vasıtasıyla fazla yüklemelere karşı örtülürler).
4. Her puls - Laser'in yanmasından önce gözleri kapamaya alışmalıdır. Eğer bir osiloskop veya benzeri gözleneceğinden buna imkân yoksa, ışık korumaya örtüleriyle çalışılmalıdır.
5. Bir şimşek tüpüne elektrik gerilimi, lambanın doğrudan doğruya çalıştırılmasından önce verilmelidir, (kendiliğinden ani yanma tehlikesi).
6. Her türlü yansıyan ve yarı parlak olan yüzeyler bir laser'in ışın yolundan uzaklaştırılmalıdır. Brewster - pencerelerinde ve başka çıkış yüzeylerindeki yansımalara özellikle dikkat edilmelidir. Isın yolu mat malzeme-

- den yapılmış siperlerle sarılmalıdır.
7. Laser hiç bir zaman gözle ayar edilmemelidir.
  8. Ayar dürbünleri kullanıldıktan sonra derhal ışın yolundan uzaklaştırılmalıdır. (Ziyaretçiler için tehlike).
  9. Laseri çalıştırma anahtarları laser'in bulunduğu odada bulunmalıdır.
  10. Laser ile uğraşan personel hiç olmazsa yılda bir kez laserin meydana getirdiği zararlar hakkında geniş bilgisi olan bir göz doktoruna muayene ettirilmelidir.
  11. Bugün tavsiye edilen koruma camlarının etkisine tamamiyle güvenilmemelidir, zira uzun süreli yan etkileriyle alt eşikli dozların birikimi hakkında daha hiç bir şey bilmemekteyiz.

#### G. İyonize Eden Işımlar Bunlar Arasında

1. Korpüsküler ışın, değişik hızlı (alfa, beta ışınları, Nötronlar, Protonlar).
  2. Işık hızında elektromanyetik ışınlar (gama ve röntgen ışınları) vardır.
- Bunların biyolojik etkileri nitesel değil nicisel olarak birbirinden farklıdır. Böylece relatif biyolojik etkileri (Röntgen-gama ışınları = 1 alınırsa) şu kadardır:

Işın Türü	Relatif Biyolojik Etki
Röntgen	1
Beta	1
Proton	10
Alfa	20
Nötron	5-10

A- Alfa ışınları normal çevrede göz için tehlikeli değildir, çünkü alfa parçacıkları 3-5 cm. havada bütün enerjilerini yitirirler. Onlar yaralı olmayan deriye nüfuz edemezler, alfa ışınları yayan cisimlerin içeriden kullanılması halinde (Uranium I, II, Plutonium 239, Astatin v.b.) yüksek iyonizasyon yoğunluğu yüzünden kuvvetli doku parçalayıcı veya öldürücü etki gösterirler. Beta ışınları radyo aktif elementlerin (Radium, Mesothor, Thorium v.b.) ve birçok radyoaktif izotopların ( $P^{32}$ ,  $Sr^{90}$ ,  $Y^{90}$ ,  $Ru^{104}$ ,  $R^{104}$  v.b.) çökümü sırasında oluşur. Dokuya nüfuz ediş derinliği yayın (emiyon) derecesine göre değişiktir ve genellikle 3-5 mm. kadardır. Beta ışınları ile değişik derecelerde ışınlamadan sonra 15 yıl içinde (genellikle 10.000-25.000 Rep) gözde şu zararlar meydana gelir: Gözakarını örten zarda kanlanma, saydam tabaka iltihabı, saydam tabaka yararı, saydam tabaka damarlanması, göz

akı incelmeleri, renkli tabaka incelmeleri, göz perdesi, Nötronlar bazı metaller, özellikle Beryllium, yüksek enerjili korpüsküler ışınlar tarafından bombardıman edildiği zaman meydana gelir. Bunlar arasında termik (yavaş) ve çabuk nötronlar ayırılabilir. Biyolojik etkisini ayrı olarak belirlemek çok güçtür, çünkü çabuk nötronlar daima termik nötronlar ve gama ışınları tarafından izlenirler. Birçok hayvan deneyleri çabuk nötronların gama ışınlarından daha kuvvetli fakat eşit türde biyolojik bir etki gösterdiklerini ispat etmiştir. Kazalar herşeyden önce reaktörlerin işletmeğe alınması sırasında meydana gelir, böylece özellikle çabuk nötronlar ve sert gama ışınları yüzünden öldürücü sonuçlar oluşur. En aşağı 21 bilgin (Dollfurs ve Woods) Siklotron ışın etkilerine dayanan mercekle bulanıklığının röntgen ışınları ile meydana gelen mercekle bulanıklığına benzediğini gösterdiler. Tahmin edilen nötron dozu 8 ilâ 270 Rep arasında değişmekte idi ve mercekte gözle görülebilen ilk zararın meydana gelme süresi 10 haftadan 6 yıla kadar sürmüştür.

Gama ışınları ve Röntgen ışınları biyolojik etkileri bakımından en fazla araştırılmıştır, gözdeki zararları hakkında da geniş bir literatür mevcuttur. Işınlar ne kadar sert, yani kısa dalgalı iseler, derine etkileri de o kadar fazladır. İyonizasyon ve elektron uyarılması yüzünden dokuda bir parçalanma meydana gelir.

Gama ve Röntgen ışınları belirli dozlarda bütün gözü zarara uğratabilirler. Röntgen ışınları karşısında gözün en duyar kısmı göz merceğidir ki bu 400 R'lik bir etkiye bir katarakt ile cevap verir. Işınlardan her şeyden önce mercekle liflerini oluşturan mercekle zarı zarar görür, (mitoz sayısının azalması, enzimlerin zarar görmesi). Bu yüzden katarakt çok çok yavaş gelişir, çoğun ışın almadan ancak 2-3 yıl sonra arka mercekle kutbunda ilk bulanıklık gözükür, bu yavaş, yavaş ilerler ve gözün kör olmasına sebep olur. Burada sonradan tam bir zarar görme bahis konusudur.

Saydam tabaka, göz akı ve gözakarındaki değişiklikler yukarıda anlatılanlara uygundur. Beta ışınlarının yaptığı zararlar da eşik doz 2.000-3.000 R. dir. Renkli tabaka, ağ tabaka ve göz siniri (Nervus opticus) ışınlar karşı pek dayanıklıdır. Ağ tabakada meydana gelen zararlar göze yakın tümörlerin ışınlandırılmalarında ve hypophyse bezine ışın vermelerden

sonra görülür. (6.000-12.000 R.) Biz de bu tür zararları gözlemişizdir. Değişiklikler ışınlanmadan yaklaşık olarak 1 yıl sonra gelişirler. Önemli görme arızaları ile beraber ilerler. Gözlerde Röntgen ışınları ve radyoaktif maddeler yüzünden meydana gelen zararlara bugün tedavi amacıyla gözün çevresinin ve gözlerin kendisinin ışın aldığı hastalarda rastlanmaktadır ve bu zararlar tedaviyi yürüten doktor tarafından elde edilecek daha büyük yararlar yüzünden kabul edilir. Röntgen enstitüleri personeline muhtelif koruyucu tedbirlerin uygulanmasından sonra hiç bir göz perdelenmesine rastlanmamıştır.

Öte yandan Röntgen lambalarının yapıcı ve kontrolçuları ve siklotron ile uğraşanlar tehlike ile karşı karşıyadırlar. Bütün bunlardan daha çok, Hiroshima ve Nagazaki'de atom bombasının patlamalarını ve atom patlama deneylerini gözleyenlerde göz arızalarına rastlanmıştır. Bu arızalar patlama merkezinden olan uzaklığa bağlıdır. Burada ayırd edilen şunlardır:

1. Cam parçacıklarının sebep olduğu yaralanmalar, bere, ezik, kırık gibi mekanik zararlar, örneğin 27 km. uzaklıkta hâlâ genel zararların % 14'ünü tutmaktadır.
2. Termik zararlar, yani atom şimşegi, infraruj ve ultraviyole ışınları yüzünden yanmalar. Gözde yanan yerler gözün arka yüzeyindedir, fakat yalnız ateş toparlağına bakıldığı takdirde. Ateş toparlağının ışık şiddeti güneşten 1.000 kere daha fazladır. Bombanın patlamasından bir milisaniye sonra, ateş toparlağı 15 m. çapında bir küre kadar genişlemekte ve 300.000° Kelvinlik bir sıcaklığa sahip olmaktadır. 15 milisaniye sonra ise sıcaklık yaklaşık olarak 2.000° Kelvin'e düşmekte ve sonra yavaş yavaş 2 saniye için 6000° Kelvin'e çıkmaktadır. Bombadan olan uzaklık arttıkça ağ tabakayı etkileyen tüm enerji de azalmakta, fakat şekil büyüklüğü küçülmektedir. Bununla beraber her iki faktör o şekilde kendi

lerini tamamlarlarki, ışınlanan yüzey başına düşen şiddet değişmez-gözün ayırma niteliğinin kalmadığı uzaklıklara kadar.

Göz kapasının refleksi (yaklaşık 150 mili saniye) gözü koruyabilecek hızı kaybeder. Ağ tabakasının yanmalarının meydana gelebildiği uzaklıklar deri yanmalarına sebep olan uzaklıklardan daha büyüktür, zira gözlerin mercekle sistemi bir odaklaşma etkisi gösterir. Nevada'da (1953) tavşan ve maymunlar üzerinde yapılan deneysel incelemelere göre ağ tabakası gündüz 36 millik, gece ise 42 mile kadar bir uzaklıkta (daha açık göz bebeği) tehlike altındadır. Nevada'da bir subay patlama mantarını 2 millik bir uzaklıktan kişisel bir deneyde bir aynadan seyrettiği için gözün damar tabakası-ağ tabakası geniş ölçüde yanmıştır. Nevada'da karşılaşılan buna benzer daha iki vak'adan Culver ve arkadaşı bahsetmektedir.

3. İyonize ışınlar yüzünden meydana gelen zararlar:

Her şeyden önce a) Işın hastalığı (akut durum), b) Işın kataraktı (kronik durum.) Işın hastalığı 5 günlük latent (gizli kalan) bir durumdan sonra yorgunluk, ateş, kanamalar, mide-barsak ve beyin arazi göstermeğe başlar. Gözde kirkliklerin düşmesine, konjunktivanın, ağ tabakasının ve cam cismin kanlanmasına saydam tabaka perforasyona ve panophthalmi'ye (gözün tüm tabakalarının iltihabı) sebep olur. Işın kataraktı 1 1/2-6 yıl içinde gelişir. Hiroşima ve Nagazaki'de canlı kalanlar 8 kilometrelik bir alanda % 57 oranında bir katarakt göstermiştir, (incelenen vak'a sayısı 1.600). Patlamadan dört hafta sonra saçların dökülmeye başlaması ileride oluşacak katarakt için bir işaret oluyordu. Zararlı doz 400-600 R de idi. Işın kataraktı Röntgen kataraktına yani arka kutup perdesine benzer.

ARBEITSMEDIZIN, SOZIALMEDIZIN -  
ARBEITSHYGIENE'den

Ruh sağlığı demek bir kişinin kendisi ve çevresiyle makul bir barış içinde yaşayabilmeyi başarması demektir. O, bir kişinin makul ve maksadı olan gayeleri olması, yetenek ve istidatlarını meyve verecek şekilde kullanması, çevresine emniyet hissi vermesi, bir yere ait olması, saygı göstermesi beğenildiği, sevildiğini ve istendiğini bilmesi, kendine saygısı olması, güveni olması, bunlara ilâveten başkalarını takdir etmesini öğrenmiş olması, başkalarıyla dürüst ve barış içinde yaşamayı kabul etmesi anlamına gelir.