

CÔNG TY CỔ PHẦN ĐÀO TẠO - KIỂM ĐỊNH - ĐO KIỂM MÔI TRƯỜNG



TÀI LIỆU HUẤN LUYỆN
AN TOÀN LAO ĐỘNG, VỆ SINH LAO ĐỘNG
AN TOÀN BỨC XẠ





CÔNG TY CỔ PHẦN ĐÀO TẠO - KIỂM ĐỊNH - ĐO KIỂM MÔI TRƯỜNG

Website: www.stie.vn

Tel: 024.66820082

Email: daotao@stie.vn

CHƯƠNG TRÌNH HUẤN LUYỆN NHÓM 3

AN TOÀN BỨC XẠ

MỤC LỤC

CHƯƠNG I: KHÁI NIỆM CƠ BẢN VỀ BỨC XẠ ION HÓA

CHƯƠNG II: CÁC YẾU TỐ NGUY HIỂM, CÓ HẠI TRONG KHI LÀM VIỆC VỚI THIẾT BỊ BỨC XẠ

CHƯƠNG III: BIỆN PHÁP KIỂM SOÁT, PHÒNG NGỪA MỐI NGUY

CHƯƠNG IV: SƠ CẤP CỨU TAI NẠN LAO ĐỘNG

AN TOÀN BỨC XẠ

CHƯƠNG I: KHÁI NIỆM CƠ BẢN VỀ BỨC XẠ ION HÓA

1. Định nghĩa bức xạ ion hoá

Bức xạ ion hoá được định nghĩa là một hạt hoặc một tia bất kỳ (phát ra từ quá trình phân rã phóng xạ hoặc các thiết bị phát tia bức xạ) có đủ năng lượng để bứt các điện tử khỏi các nguyên tử, phân tử hoặc ion và gây ra sự ion hoá môi trường vật chất mà nó đi qua.

2. Phân rã phóng xạ

- Phân rã phóng xạ: Sự biến đổi xảy ra trong hạt nhân của một nguyên tử để làm cho nó bền hơn.

- Chất phóng xạ (nhân PX): Là chất mà hạt nhân của nó có cấu trúc không bền, cần phải biến đổi (phân rã) để trở thành hạt nhân mới có cấu trúc bền. Trong quá trình phân rã đó sẽ kèm theo phát ra bức xạ.

- Định luật phân rã phóng xạ và hằng số phân rã: $N_t = N_0 \cdot e^{-\lambda t}$ (1)
Trong đó: N_0 : là số nhân phóng xạ ban đầu; N_t : là số nhân phóng xạ còn lại tại thời điểm t
 λ : là hằng số phân rã phóng xạ

- Hoạt độ phóng xạ (A) của một hạt nhân phóng xạ được định nghĩa là số phân rã trong một giây của nhân phóng xạ đó. Hoạt độ phóng xạ A được tính bởi công thức:

$$A = -\frac{dN}{dt} = \lambda N = A_0 \cdot e^{-\lambda t} \quad (2)$$

Trong đó: A_0 là hoạt độ phóng xạ của hạt nhân tại thời điểm ban đầu.

- Đơn vị của hoạt độ phóng xạ là: Bq, Ci và một số đơn vị dẫn suất khác như: mCi, μ Ci, TBq, GBq...

- Chu kỳ bán rã ($T_{1/2}$): là thời gian cần thiết để số nhân phóng xạ (hoạt độ phóng xạ) ban đầu được giảm xuống còn một nửa số nhân phóng xạ (hoạt độ) ban đầu. Chu kỳ bán rã của một nhân phóng xạ được xác định theo công thức sau:

$$T_{1/2} = \ln(2)/\lambda \quad (3)$$

Như vậy $T_{1/2}$ là đại lượng đặc trưng cho từng nhân phóng xạ, nó có giá trị không đổi tương ứng cho từng nhân phóng xạ và không chịu tác động của các yếu tố ngoại cảnh khác như: nhiệt độ, độ ẩm, tác nhân hoá học...

3. Các loại bức xạ ion hóa

Như đã nói ở trên, các phát xạ phổ biến nhất xuất phát từ sự phân rã phóng xạ:

- Hạt alpha; - Hạt beta; - Tia gamma.

Các phát xạ khác có thể bao gồm: Hạt positron; Tia X; Hạt neutron.

3.1. Hạt Alpha

Hạt alpha hay tia alpha là một dạng của phóng xạ. Đó là hạt có khả năng ion hóa cao và khả năng đâm xuyên rất yếu. Hạt alpha là hạt nhân nguyên tử Heli gồm hai proton và hai neutron liên kết với nhau, do đó, hạt alpha có thể được viết là He^{2+} .

Hạt alpha được biểu diễn bằng kí hiệu α , tiếng Hy Lạp đó là chữ thường của chữ 'A'.

3.2. Hạt Beta

Hạt beta là tên gọi chung của hạt có bản chất vật lý như điện tử và positron được sinh ra trong quá trình phân rã của hạt nhân không bền.

Hạt beta có khối lượng nhỏ (xấp xỉ $1/1840$ u) và một điện tích âm ($-1e$) hoặc 1 điện tích dương ($+1e$). Chúng được kí hiệu: β , tiếng Hy Lạp là chữ thường của chữ 'B' nhưng đôi

khi có thể kí hiệu là β^- (dấu trừ để chỉ điện tích âm của điện tử phát ra) hoặc β^+ (positron).

Hạt beta được chia làm 2 loại: hạt beta năng lượng cao và hạt beta năng lượng thấp. Hạt Beta có thể bị cản lại bởi tấm kim loại, kính. Nó có thể làm tổn thương lớp da bảo vệ..

3.3. Tia Gamma

Tia gamma là bức xạ điện từ, không điện tích, không khối lượng sinh ra do hạt nhân nguyên tử bị kích thích. Vì vậy chúng thường phát ra từ các phản ứng hạt nhân, quá trình phóng xạ, hay tương tác giữa các hạt như quá trình hủy cặp electron-positron.

Tia gamma có bước sóng thấp nhất ($<10^{-12}$ m) và tần số cao nhất (10^{20} - 10^{24} Hz) trong số các sóng điện từ vì vậy nó mang nhiều năng lượng hơn so với sóng radio, vi sóng, ánh sáng, tia hồng ngoại, tia cực tím, tia X.

Tia Gamma được kí hiệu là γ , tiếng Hy Lạp đó là chữ thường của chữ 'G'.

3.4. Tia X

Tia X cũng là bức xạ điện từ không có khối lượng và điện tích. Tuy nhiên, tia X khác tia gamma ở chỗ tia gamma được tạo ra bởi sự biến đổi trong hạt nhân của một nguyên tử trong khi đó tia X được tạo ra khi điện tử bị thay đổi về quỹ đạo.

Tia X hay tia Ronghen là một dạng của sóng điện từ. Tia X có khả năng xuyên qua nhiều vật chất nên thường được dùng trong chẩn đoán, điều trị y tế, nghiên cứu tinh thể, kiểm tra hành lý hành khách trong ngành hàng không. Tuy nhiên tia X có khả năng gây ion hóa hoặc các phản ứng có thể nguy hiểm cho sức khỏe con người, do đó năng lượng, cường độ và thời gian chẩn đoán và điều trị y tế luôn được điều chỉnh cẩn thận để tránh tác hại cho sức khỏe.

3.5. Notron

Notron (được kí hiệu là n) là hạt được tìm thấy trong hạt nhân của một nguyên tử với số khối là 1u (u là đơn vị khối lượng nguyên tử = 1/12 khối lượng của nguyên tử Cacbon) và không có điện tích. Cùng với proton, notron tạo thành hạt nhân.

Notron có khả năng đâm xuyên rất lớn, và chỉ bị suy giảm trong các vật liệu có số khối nhẹ như Hidro, Cacbon hoặc các tấm bê tông dày.

Bảng 1 Tóm tắt các thuộc tính của mỗi loại bức xạ.

Loại bức xạ	Ký hiệu	Khối lượng (u)	Điện tích (e)
Alpha	α	4	+2
Beta	β^-	1/1840	-1
Gamma	γ	0	0
Positron	β^+	1/1840	+1
X-ray	X	0	0
Notron	n	1	0

Ghi chú:

u - đơn vị khối lượng nguyên tử; e - đơn vị điện tích điện tử

4. Các nguyên lý an toàn bức xạ cơ bản

4.1. Nguyên lý luận chứng

Một công việc bức xạ nào đó gây ra hoặc có thể gây ra chiếu xạ chỉ có thể được chấp nhận nếu lợi ích mà nó mang lại cho những cá nhân bị chiếu xạ và cộng đồng lớn hơn so với

những tổn hại mà nó gây ra hoặc có khả năng gây ra (có nghĩa là phải có luận chứng cho các công việc bức xạ).

Trừ những công việc liên quan đến chiếu xạ y tế đã được luận chứng, những công việc sau có thể làm tăng hoạt độ phóng xạ trong hàng hoá hoặc sản phẩm tiêu dùng bằng cách có tình bổ sung các chất phóng xạ hoặc bằng cách kích hoạt sẽ được xem là không có luận chứng thích hợp:

- Những công việc liên quan đến thực phẩm, đồ uống, mỹ phẩm và mọi hàng hoá hoặc sản phẩm khác dùng để ăn uống, hít thở hoặc xâm nhập qua da có tác động đến con người;
- Những công việc liên quan đến sử dụng phụ phẩm các chất phóng xạ hoặc bức xạ trong hàng hoá hoặc các sản phẩm khác như đồ chơi, đồ trang sức cá nhân.

4.2. Nguyên lý tối ưu

Các biện pháp an toàn được áp dụng cho các cơ sở bức xạ và các hoạt động bức xạ khác có khả năng làm tăng các rủi ro về bức xạ phải tối ưu hóa để các cơ sở hay hoạt động đó đạt được mức an toàn cao nhất một cách hợp lý trong suốt thời gian cơ sở hoạt động, mà không vượt quá thời gian hoạt động cho phép.

Tối ưu hóa bảo vệ an toàn bức xạ yêu cầu phải đưa ra các phán đoán liên quan đến các yếu tố quan trọng khác như:

- Tổng số người (kể cả nhân viên bức xạ và dân chúng) có khả năng bị chiếu xạ;
- Khả năng họ bị phơi nhiễm phóng xạ;
- Mức độ và phân bố liều bức xạ họ nhận được;
- Các rủi ro về an toàn bức xạ gây nên do các sự kiện có thể lường trước;
- Các yếu tố về kinh tế, xã hội và môi trường.

Tối ưu bảo vệ an toàn bức xạ cũng có nghĩa là sử dụng tốt các kỹ năng thực tiễn và các giác quan thông thường để tránh những rủi ro bức xạ như là thực tế trong hoạt động hàng ngày của cơ sở.

4.3. Nguyên lý về giới hạn liều

Chiếu xạ thông thường đối với cá nhân phải được giới hạn sao cho tổng liều hiệu dụng hoặc tổng liều tương đương trên các cơ quan hoặc mô liên quan gây bởi tổ hợp những chiếu

xạ trong công việc đã được cấp phép, không vượt quá giới hạn liều được quy định trong Thông tư 19/2012/TT-BKHCN Quy định về kiểm soát và bảo đảm an toàn bức xạ trong chiếu xạ nghề nghiệp và chiếu xạ công chúng ban hành ngày 18/11/2012, trừ những trường hợp đặc biệt.

Trong chiếu xạ y tế không áp dụng giới hạn liều đối với bệnh nhân, thay vào đó là mức liều hướng dẫn.

4.4. Các biện pháp giảm liều chiếu ngoài: Có ba biện pháp giảm liều chiếu ngoài:

- *Khoảng cách (Càng xa càng tốt):* Suất liều bức xạ từ một nguồn bức xạ tỷ lệ nghịch với bình phương khoảng cách. Do vậy càng đứng cách xa nguồn càng tốt.
- *Thời gian (Càng ngắn càng tốt):* Liều bức xạ do người tiếp xúc với nguồn bức xạ tỷ lệ thuận với thời gian tiếp xúc. Do vậy thời gian tiếp xúc với nguồn càng ngắn càng tốt.
- *Che chắn:* Loại vật liệu che chắn và chiều dày cần thiết để làm suy giảm suất liều bức xạ



xuống mức mong muốn phụ thuộc vào các yếu tố sau:

- Loại và năng lượng bức xạ;
- Hoạt độ phóng xạ của nguồn (hoặc cường độ bức xạ từ máy phát);
- Suất liều chấp nhận được bên ngoài che chắn.

CHƯƠNG II: CÁC YẾU TỐ NGUY HIỂM, CÓ HẠI TRONG KHI LÀM VIỆC VỚI THIẾT BỊ BỨC XẠ

I. CÁC YẾU TỐ NGUY HIỂM

1. Các yếu tố nguy hiểm trong khi làm việc với thiết bị bức xạ

a. Mỗi nguy hiểm bức xạ chiếu ngoài

- **Hạt Alpha** có quãng chạy rất ngắn trong không khí (vài cen ti mét) và không được xem là một mối nguy hiểm bức xạ chiếu ngoài bởi vì chúng không thể xuyên qua lớp da bên ngoài của cơ thể.
- **Hạt Beta** có khả năng xuyên qua nhiều hơn so với các hạt alpha và khả năng đâm xuyên của hạt beta phụ thuộc vào năng lượng của chúng. Các hạt beta năng lượng cao có thể đi được vài mét trong không khí và cũng có thể xuyên qua lớp da bên ngoài tới vài mili-mét (ví dụ: hạt beta có năng lượng 1MeV gần da có thể xuyên gần 5 mili-mét). Nếu một dung dịch chứa hạt nhân phóng xạ phát beta bị rò rỉ trên da thì dù một giọt nhỏ cũng có thể gây ra một liều lớn đối với mô da. Một bộ phận đặc biệt quan trọng trong trường hợp chiếu xạ ngoài do các tia beta là mắt – các hạt beta không được xem là mối nguy hiểm bức xạ chiếu ngoài đối với các cơ quan bên trong cơ thể. Tuy nhiên hạt beta năng lượng cao tương tác với các vật liệu có nguyên tử số cao sẽ dẫn tới tạo ra bức xạ hãm (tia X) và đây là một mối nguy hiểm bức xạ chiếu ngoài lớn hơn các hạt beta ban đầu.
- **Tia X và tia gamma** là dạng bức xạ điện từ sóng ngắn, chúng có khả năng đâm xuyên lớn và là một mối nguy hiểm đáng kể do chiếu ngoài. Năng lượng của các lượng tử gamma và tia X là một yếu tố quan trọng để xác định mức độ nguy hiểm chiếu ngoài.
- **Notron** cũng có khả năng đâm xuyên cao. Chúng truyền năng lượng cho cơ thể khi chúng bị tán xạ trong mô. Notron là một mối nguy hiểm quan trọng của chiếu ngoài, chúng đòi hỏi sự kiểm soát cẩn thận.

Bảng 1. Tóm tắt các mối nguy hiểm tương đối của bức xạ chiếu ngoài

Loại bức xạ	Mối nguy hiểm tương đối
Các hạt alpha	Không
Các hạt beta	Không đáng kể với nội tạng
Các tia gamma	Nghiêm trọng
Các tia X	Nghiêm trọng
Các notron	Nghiêm trọng

b. Các nguồn nguy hiểm đối với bức xạ chiếu ngoài

Các mối nguy hiểm bức xạ chiếu ngoài có thể được sinh ra từ hai nguồn. Một là từ các thiết bị mà khi vận hành sẽ tạo ra bức xạ ion hoá. Hai là từ các chất phóng xạ.

Máy phát tia X là một loại phát bức xạ ion hoá phổ biến. Khi chúng vận hành, tia X được tạo ra và thiết bị là một mối nguy hiểm bức xạ chiếu ngoài. Tuy nhiên khi tắt máy các tia X sẽ không được sinh ra và mối nguy hiểm bức xạ chiếu ngoài bị mất đi.

Ngược lại hạt beta, tia X và tia gamma được phát ra từ các chất phóng xạ là một mối nguy hiểm bức xạ chiếu ngoài liên tục. Các chất phóng xạ phát bức xạ liên tục nhưng chúng

có thể được đặt vào trong các bình chứa hoặc bao xung quanh bằng vật liệu che chắn để làm giảm mỗi nguy hiểm bức xạ chiếu ngoài tới mức chấp nhận được.

II. NHỮNG ẢNH HƯỞNG TỚI SỨC KHỎE CỦA BỨC XẠ (HIỆU ỨNG SINH HỌC)

1. Cơ chế gây tổn thương của bức xạ ion hoá

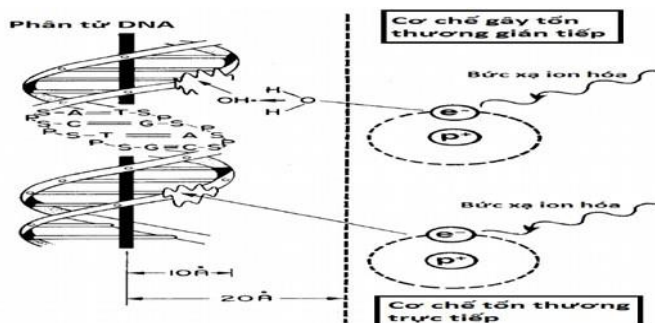
1.1. Cơ chế gây tổn thương trực tiếp

Cơ chế này xảy ra khi bức xạ tương tác trực tiếp tới các nguyên tử trong phân tử DNA (phân tử mang thông tin di truyền mã hóa cho hoạt động sinh trưởng, phát triển, chuyên hóa chức năng và sinh sản của các sinh vật).

Do vậy, những bức xạ với năng lượng đủ lớn khi đi vào cơ thể sẽ trực tiếp làm đứt gãy các mối liên kết trong các gen, phá vỡ các tế bào, làm sai lệch cấu trúc gen và nhiễm sắc thể, gây tổn thương đến chức năng hoặc hủy hoại hoàn toàn tế bào.

1.2. Cơ chế gây tổn thương gián tiếp

Cơ chế tổn thương gián tiếp xảy ra khi bức xạ ion hóa các phân tử nước tạo ra các gốc tự do (có khả năng ôxi hóa cao), sau đó các gốc tự do này có thể khuếch tán trong tế bào tấn công vào các phân tử DNA và gây tổn thương các phân tử này, như trong hình 1.

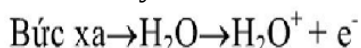


Hình 1. Cơ chế phá hủy của bức xạ ion hóa

Các giai đoạn của cơ chế tổn thương gián tiếp:

a. Giai đoạn vật lý: Giai đoạn này kéo dài 10^{-16} giây, các tế bào hấp thụ năng lượng bức xạ dẫn đến sự ion hòa các phân tử nước bên trong tế bào. Quá trình này được thể hiện như sau:

b. Giai đoạn hóa lý: Giai đoạn này kéo dài 10^{-6} , các ion H_2O^+ phân ly: H^+ , OH^- , H , OH .



Trong đó: các ion H^+ , OH^- tồn tại khá lâu, khá nhiều trong nước thường và không gây ra các phản ứng tiếp theo, các gốc tự do H , OH có một điện tử không bắt cặp và có hoạt tính hóa học rất cao nên các gốc OH có thể kết hợp với nhau tạo thành nước ôxi già H_2O_2 .

c. Giai đoạn hóa học: Giai đoạn này kéo dài vài giây, trong giai đoạn này các sản phẩm phản ứng tương tác với các phân tử hữu cơ quan trọng của tế bào. Các gốc tự do và các tác nhân

ôxi hóa có thể tự dính vào phân tử hoặc làm đứt gãy các mối liên kết trong các phân tử.

d. Giai đoạn sinh học: Giai đoạn này kéo dài từ vài chục phút đến vài chục năm với các triệu chứng cụ thể.

Những thay đổi hóa học dẫn đến các thay đổi sinh học vì nó có thể ảnh hưởng đến các tế bào riêng lẻ theo các cách khác nhau:

- Giết chết tế bào trong thời gian ngắn
- Ngăn cản hoặc làm chậm trễ sự phân chia tế bào
- Thay đổi vĩnh viễn thông tin di truyền của tế bào và truyền cho tế bào con cháu.

2. Các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình gây tổn thương của bức xạ

2.1. Liều chiếu

Độ lớn của liều chiếu là yếu tố quan trọng nhất quyết định tính chất và mức độ tổn thương sau chiếu xạ. Liều chiếu càng lớn tổn thương càng nặng và xuất hiện càng sớm.

Bảng 2. Hiệu ứng sinh học theo độ lớn liều chiếu

Liều	Hiệu Ứng
0.1 Gy	Không có dấu hiệu tổn thương trên lâm sàng. Tăng sai lệch nhiễm sắc thể có thể phát hiện được.
1 Gy	Xuất hiện bệnh nhiễm xạ trong số 5-7% cá thể sau chiếu xạ.
2-3 Gy	Rụng lông, tóc, đục thủy tinh thể, giảm bạch cầu, xuất hiện ban đỏ trên da. Bệnh nhiễm xạ gặp ở hầu hết các đối tượng bị chiếu. Tử vong 10-30% số cá thể sau c. xạ.
3-5 Gy	Giảm bạch cầu, nghiêm trọng, ban, xuất huyết, nhiễm khuẩn, rụng lông, tóc. Tử vong 50% số cá thể sau chiếu xạ.
6 Gy	Vô sinh lâu dài ở cả nam và nữ. Tử vong hơn 50% số cá thể bị chiếu cả khi được điều trị tốt nhất.

2.2. Suất liều chiếu

Suất liều chiếu cũng là một trong các tham số quan trọng quyết định đến mức độ tổn thương của các cá thể sau khi bị chiếu xạ.

Với suất liều cao tốc độ tổn thương lớn hơn mức độ hồi phục của tế bào dẫn tới mức độ tổn thương tăng lên.

2.3. Diện tích phần cơ thể bị chiếu

Mức độ tổn thương sau chiếu xạ phụ thuộc rất nhiều vào diện tích chiếu, chiếu một phần (chiếu cục bộ) hay toàn bộ cơ thể. Ví dụ: với cùng một trường chiếu, nếu diện tích bị chiếu càng lớn các tổn thương xảy ra sẽ càng lớn.

Liều tử vong khi chiếu xạ toàn thân thường thấp hơn nhiều so với chiếu cục bộ. Chính vì vậy, giới hạn liều áp dụng cho toàn thân và cho từng bộ phận cục bộ trên cơ thể là rất khác nhau.

2.4. Hiệu ứng nhiệt độ

Bên cạnh ba yếu tố quan trọng nêu trên, nhiệt độ cũng là một trong những yếu tố góp

phần ảnh hưởng đến hiệu ứng sinh học của bức xạ lên cơ thể sống. Nếu giảm nhiệt độ sẽ làm giảm tác dụng của bức xạ ion hoá, nguyên nhân do khi nhiệt độ giảm tốc độ di chuyển và phạm vi dịch chuyển của các gốc tự do tới phân tử sinh học giảm dần đến giảm số phân tử sinh học bị tổn thương.

2.5. Hiệu ứng ôxy

Độ nhạy cảm phóng xạ của sinh vật tăng theo nồng độ ôxy, do khi đó lượng HO_2 , H_2O_2 tạo ra càng nhiều và làm tăng số phân tử sinh học bị tổn thương do phóng xạ.

2.6. Hàm lượng nước

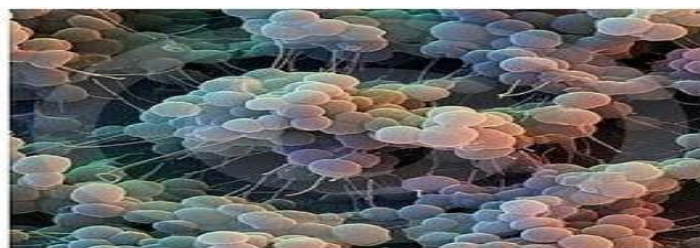
Hàm lượng nước càng lớn thì các gốc tự do được tạo ra càng nhiều, số các gốc tự do tác động lên phân tử sinh học càng nhiều do đó hiệu ứng sinh học cũng tăng lên.

3. Các hiệu ứng sinh học của bức xạ

3.1. Các hiệu ứng xảy ra ở mức độ phân tử

Các tương tác của bức xạ ion hóa với cơ thể sống cũng giống như với môi trường vật

chất không sống, đều là kích thích và ion hóa các nguyên tử. Đặc điểm của các phân tử sinh học là các phân tử lớn, thường có rất nhiều mối liên kết hóa học. Khi bị chiếu xạ, năng lượng của chùm tia bức xạ truyền trực tiếp hoặc gián tiếp vào các phân tử sinh học làm phá vỡ các mối liên kết hóa học hoặc phân ly các phân tử sinh học. Tuy nhiên, các bức xạ ion hóa thường khó làm đứt hết toàn bộ mối liên kết hóa học và do vậy thường chỉ làm mất thuộc tính sinh học của các phân tử sinh học.

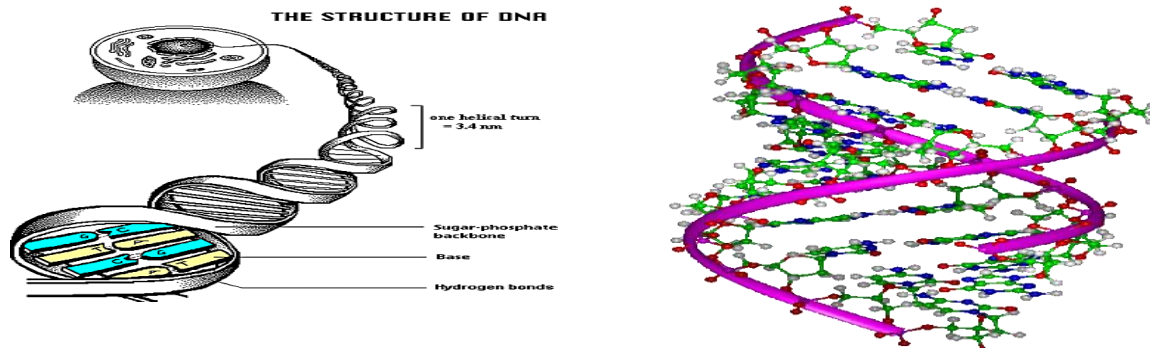


Hình 2: Phân tử có thể kháng virus HIV

3.2 . Các hiệu ứng xảy ra ở mức độ nhiễm sắc thể DNA

Do tác dụng trực tiếp hay gián tiếp, DNA có thể chịu các tổn thương sau:

- Đứt một nhánh
- Đứt hai nhánh
- Tổn thương nhiễm sắc thể
- Tổn thương điểm nối giữa các phân tử trong DNA
- Tổn thương điểm nối giữa DNA và protein
- Tổn thương bội (Bulky Lesion): Thuộc loại tổn thương gây tử vong và không phục hồi được



Hình 3: Mô tả sự đứt gãy liên kết trong phân tử DNA

Nếu tổn thương do bức xạ gây nên trên DNA là đủ lớn, thì có thể quan sát thấy những rối loạn của nhiễm sắc thể.

Rối loạn nhiễm sắc thể xảy ra khi một đoạn dài của ADN bị thay đổi, nó bao gồm: nhân đôi, bị cắt bỏ,

thêm vào một đoạn gen, chuyển đoạn gen sang nhiễm sắc thể khác.

Những rối loạn nhiễm sắc thể rất tiêu biểu do tác dụng của bức xạ là sự hình thành nhiễm sắc thể hai tâm và nhiễm sắc thể vòng.

3.3. Các hiệu ứng xảy ra ở mức độ tế bào

Sự thay đổi đặc tính của tế bào có thể xảy ra trong nhân và nguyên sinh chất của chúng sau khi bị chiếu xạ. Trong nhiều trường hợp người ta thấy thể tích tế bào tăng lên do có sự hình thành các khoảng trống trong nhân và trong nguyên sinh chất của chúng sau chiếu xạ.

Nếu bị chiếu xạ liều cao tế bào có thể bị phá hủy hoàn toàn. Các tổn thương phóng xạ lên tế bào có thể làm cho:

- Tế bào bị chết do tổn thương nặng ở nhân và nguyên sinh chất;
- Tế bào không chết nhưng không phân chia được;
- Tế bào không phân chia được nhưng nhiễm sắc thể tăng lên gấp đôi và trở thành tế bào khổng lồ;
- Tế bào vẫn phân chia thành hai tế bào mới nhưng có rối loạn trong cơ chế di truyền.

Nói chung, các mô của trẻ em, người đang ở độ tuổi phát triển (<18) thì tia phóng xạ nguy hiểm hơn là đối với người có tuổi.

3.4. Các hiệu ứng xảy ra ở mức độ cơ thể

Tùy theo loại bức xạ ion hóa, năng lượng bức xạ, thời gian chiếu, liều chiếu, đối tượng chiếu mà xuất hiện các hiệu ứng khác nhau.

Các hiệu ứng xảy ra ở mức độ cơ thể được chia làm hai loại theo thời gian biểu hiện của các hiệu ứng này.

Hiệu ứng sớm (cấp tính): Là hiệu ứng xảy ra khi các cá thể bị chiếu bởi mức liều lớn (liều toàn thân khoảng > 500mSv). Các biểu hiện bệnh do bức xạ gây ra sẽ xuất hiện sau khoảng thời gian ngắn. Các biểu hiện đầu tiên xuất hiện tại những cơ quan có tế bào nhạy cảm với bức xạ như:

- Máu và cơ quan tạo máu:
 - Biểu hiện lâm sàng là các triệu chứng xuất huyết, phù nề, thiếu máu;
 - Giảm limpho, bạch cầu, tiểu cầu và hồng cầu (xét nghiệm tuỷ xương cho thấy giảm cả 3 dòng, sớm nhất là dòng hồng cầu).
- Hệ tiêu hoá:
 - Biểu hiện lâm sàng là tiêu chảy, sút cân, nhiễm độc máu, giảm sức đề kháng cơ thể;
 - Những thay đổi trong hệ thống tiêu hoá thường quyết định hậu quả bệnh phóng xạ.
- Da:
 - Sau khi bị chiếu liều cao, các ban đỏ xuất hiện trên da, da bị viêm, sạm;
 - Các tổn thương này có thể dẫn đến viêm loét, thoái hoá, hoại tử da hoặc phát triển

thành ung thư da.

Hiệu ứng muộn:

Các hiệu ứng muộn được chia làm 2 loại:

- Hiệu ứng sinh thể bao gồm:
 - + Giảm tuổi thọ: đối với liều chiếu thấp mức độ giảm tuổi thọ không rõ ràng, chưa thu được những số liệu thống kê có ý nghĩa về giảm tuổi thọ;
 - + Ung thư phổi: thợ mỏ khai thác Urani hoặc thợ hầm có tỷ lệ ung thư phổi cao do tác động của khí Radon và các đồng vị phóng xạ của nó;
 - + Bệnh máu trắng: bệnh máu trắng cấp tính và mãn tính xuất hiện ở tủy, mức liều chiếu tăng làm tăng tỷ suất của bệnh máu trắng;
 - + Ung thư xương: chủ yếu gây ra do nhiễm bản phóng xạ;
 - + Đục nhân cầu mắt: nếu bị chiếu xạ quá liều cấp diễn và trường diễn đều có thể gây đục nhân mắt, các bộ phận khác của mắt cũng bị hại. Đặc trưng đục nhân mắt do bức xạ là lớp tế bào ở phía sau của thủy tinh thể bị tổn thương tạo thành vùng mờ ngăn cản ánh sáng đi vào mắt.
- Hiệu ứng di truyền:
 - + Thông tin di truyền cần để tạo ra một cơ thể mới và giữ đúng chức năng của nòi giống được chứa trong nhiễm sắc thể của các tế bào di truyền (tinh trùng và trứng) đơn vị thông tin trong nhiễm sắc thể là những gen. Mỗi gen là một tổ hợp rất nhiều đại phân tử DNA. Trong đó các thông tin di truyền được mã hóa theo dãy chuỗi các phân tử xác định.
 - + Các thông tin di truyền bị tác động bởi nhiều tác nhân gây đột biến, trong đó bức xạ ion hóa là một tác nhân. Chúng làm đứt gãy các dây gốc trong phân tử ADN. Khi thông tin của tế bào di truyền bị biến đổi thì thế hệ con cháu của người bị chiếu xạ sẽ có khuyết tật đột biến do di truyền. Đột biến gen xảy ra ở một gen nhất định sẽ ảnh hưởng đến một đặc tính nào đó của cơ thể do gen đó phụ trách.
 - + Đột biến nhiễm sắc thể xảy ra do bức xạ làm đứt gãy nhiễm sắc thể. Các mẫu đoạn đứt gãy chứa nhiều gen không nối lại với nhau đúng như cũ hoặc nối với chỗ khác hoặc không nối với chỗ nào. Khi tế bào phân chia làm cho tế bào con cháu hoặc bị thiếu phần thông tin ở đoạn nhiễm sắc thể bị đứt gãy không nối lại như cũ hoặc sai lệch thông tin nối sai chỗ hoặc thừa do không nối với chỗ nào tạo ra những đặc điểm đột biến về cấu tạo, hình thể.

3.5 Hiệu ứng tất nhiên và hiệu ứng ngẫu nhiên Hiệu ứng tất nhiên (hiệu ứng tất định)

Hiệu ứng tất nhiên là hiệu ứng chắc chắn xảy ra khi các cá nhân bị chiếu xạ ở mức liều

cao (liều nhận được vượt giá trị ngưỡng xảy ra hiệu ứng), chúng mang các biểu hiện của hiệu ứng sớm. Mức độ nghiêm trọng của hiệu ứng càng tăng khi mức liều càng tăng và biểu hiện càng sớm. Bảng 2 đưa ra một vài ngưỡng xảy ra các hiệu ứng tất nhiên. Các biểu hiện có thể là:

- Triệu chứng cấp như nôn mửa, mẩn đỏ da;
- Rụng tóc, vô sinh, hoại tử, thay đổi công thức máu, đục thủy tinh thể;
- Tử vong (ngưỡng liều gây tử vong là 2 Sv).

Bảng 3. Một số ngưỡng xảy ra hiệu ứng tất nhiên

Hiệu ứng	Ngưỡng liều (Gy) (*)	Thời gian gia phát ra hiệu ứng	Thời gian chiếu (phút)
Phát ban đỏ sớm tạm thời	2	2-24 giờ	20
Phản ứng mẩn đỏ chính	6	1,5 tuần	60
Rụng lông/tóc tạm thời	3	3 tuần	30
Rụng lông/tóc vĩnh viễn	7	3 tuần	70
Tróc vảy da khô	14	4 tuần	140
Tróc vảy da ướt	18	4 tuần	180
Loét thứ phát	24	76 tuần	240
Phát ban đỏ muộn	15	8-10 tuần	150
Hoại tử da do thiếu máu cục bộ	18	> 10 tuần	180

(*): Liều chiếu cục bộ nhận được với suất liều chiếu 0,1 Gy/phút

- Một số hình ảnh về hoại tử do hiệu ứng tất nhiên gây ra



Hình 7: Bệnh nhân bị chiếu xạ quá liều khi chiếu X quang ở khoảng cách gần



Hình 8: Lưng bệnh nhân sau 6-8 tuần



Hình 9: Lưng bệnh nhân sau 16-21 tuần

Hiệu ứng ngẫu nhiên Hiệu ứng ngẫu nhiên là hiệu ứng do bức xạ gây ra ở dải liều thấp. Hiệu ứng có tính xác suất và không có ngưỡng. Hiệu ứng có thể biểu hiện sau khoảng thời gian dài kể từ khi bị chiếu xạ (có thể hàng chục năm).

Hiệu ứng ngẫu nhiên biểu hiện cơ bản thông qua:

- Các ảnh hưởng về di truyền cho thế hệ sau. Theo thống kê có rất nhiều trường hợp bố hoặc mẹ làm việc với bức xạ có sức khỏe bình thường nhưng con cái của họ sau này

có các biểu hiện về di truyền bất thường;

- Các bệnh muộn như ung thư trong đó đặc biệt là ung thư máu.

Mặc dù hiệu ứng ngẫu nhiên là hiệu ứng không có ngưỡng, nhưng các nghiên cứu cho thấy xác suất để xảy ra hiệu ứng này tỷ lệ thuận với mức liều nhận được. Đây là kết luận có ý nghĩa vô cùng quan trọng trong thực tế. Trong quá trình thực hiện các công việc bức xạ, chúng ta phải hạn chế tối đa mức liều nhận được, thông qua đó giảm thiểu xác suất để xảy ra hiệu ứng ngẫu nhiên. Các thống kê về xác suất các bệnh muộn và ung thư sau khi chiếu chụp X-quang và y học hạt nhân đối với bào thai được đưa ra trong bảng 3.

Bảng 4. Thống kê về xác suất các bệnh muộn và ung thư sau khi chiếu chụp X-quang và YHHN đối với bào thai.

Xét nghiệm	Liều trung bình của bào thai nhận được (mGy)	Xác suất gây bệnh trên lần xét nghiệm	
		Bệnh muộn	Ung thư đến 15 tuổi
Chụp CT			
Vùng bụng	8,0	1/5000	1/4000
Cột sống thắt lưng	2,4	1/24000	1/14000
Khung chậu	25	1/1700	1/1300
Y học hạt nhân			
^{90m} Tc xét nghiệm xương	3,3	1/1300	1/10000

4. Giới hạn mức chiếu xạ

- *Đối với công nhân:* theo khuyến cáo của ICRP, thì mức liều đối với công nhân không nên vượt quá 50 mSv/năm trong một năm riêng lẻ bất kỳ và liều trung bình cho 5 năm không được vượt quá 20 mSv. Nếu một phụ nữ mang thai làm việc trong điều kiện bức xạ, thì giới hạn liều nghiêm ngặt hơn cần được áp dụng là 1 mSv. Giới hạn liều được chọn để bảo đảm rằng, rủi ro nghề nghiệp đối với nhân viên bức xạ không cao hơn rủi ro nghề nghiệp trong các ngành công nghiệp khác.

- *Đối với công chúng:* giới hạn liều đối với công chúng nói chung thấp hơn đối với nhân viên bức xạ. ICRP khuyến cáo rằng giới hạn liều đối với công chúng không nên vượt quá 1mSv/ 1năm.

- *Đối với bệnh nhân:* ICRP không có khuyến cáo giới hạn liều đối với bệnh nhân. Ở nhiều phép chụp X-quang, bệnh nhân phải chiếu liều cao hơn nhiều lần so với giới hạn liều cho công chúng.

Bảng 5. Mức liều giới hạn qua các thời kỳ

Năm	Nhân viên bức xạ	Dân chúng
1925	5200 mSv/năm	
1934	3600 mSv/năm	
1950	150 mSv/năm	15 mSv/năm
1957	50 mSv/năm	5 mSv/năm
1990	20 mSv/năm	1 mSv/năm

Như vậy, theo ICRP, liều lượng giới hạn cho phép được hấp thụ các loại bức xạ trong một năm đối với dân chúng là 1 mSv. Điều đó có nghĩa là trong vòng một năm, mỗi người dân bình thường không nên nhận một liều lượng bức xạ nhân tạo quá 1 mSv.

CHƯƠNG 3: BIỆN PHÁP KIỂM SOÁT, PHÒNG NGỪA MỐI NGUY

1. Kiểm soát mối nguy hiểm của bức xạ chiếu ngoài

1.1. Các biện pháp kỹ thuật cơ bản

Có ba kỹ thuật cơ bản để kiểm soát các mối nguy hiểm của bức xạ chiếu ngoài. Đó là:

- Thời gian; - Khoảng cách; - Che chắn

Áp dụng các phương pháp này có thể làm giảm liều nhận được do bị chiếu xạ bởi nguồn bức xạ ngoài.

1.1.1. Thời gian

Kiểm soát thời gian là phương pháp quan trọng nhất để giảm sự chiếu xạ đối với bức xạ ion hóa. Bằng cách giảm thời gian tiếp xúc với các chất phóng xạ, liều nhận được có thể được giảm tối thiểu. Nói một cách đơn giản là liều bức xạ nhận được bởi một người làm việc trong một vùng có suất liều nhất định phụ thuộc vào thời gian làm việc trong vùng đó.

Mối liên hệ này được cho bởi biểu thức [1]:

$$D = R \times T$$

[1]

Trong đó: D = Liều nhận được ; R = Suất liều ; T = Thời gian bị chiếu xạ

Nếu thời gian bị chiếu xạ đối với một nguồn có suất liều cố định được giảm đi thì liều tổng cộng nhận được cũng được giảm đi.

1.1.2. Khoảng cách

Kiểm soát khoảng cách là một phương pháp hữu hiệu khác để giảm mức liều chiếu xạ ngoài. Nói một cách đơn giản là khoảng cách đến nguồn bức xạ càng lớn thì liều chiếu xạ

phải chịu càng nhỏ.

Mối quan hệ giữa suất liều từ một nguồn điểm (một nguồn có kích thước nhỏ) và khoảng cách đến nguồn đó được cho bởi biểu thức [2]:

$$R = k / d^2$$

[2]

Trong đó: R = Suất liều;

d = Khoảng cách

đến nguồn;

k = Một giá trị không đổi đối với nguồn phóng xạ nhất định

Mối quan hệ trong biểu thức [2] được gọi là quy luật tỷ lệ nghịch bình phương khoảng cách.

Biểu thức [2] có thể được viết lại thành biểu thức [3]:

$$R \cdot d^2 = k$$

[3]

Vì k là hằng số đối với một nguồn nhất định, nếu nguồn đó không thay đổi thì chúng ta có thể viết phương trình [4]:

$$R_1 d_1^2 = R_2 d_2^2$$

[4]

Trong đó: R_1 = Suất liều ở khoảng cách d_1 đến nguồn điểm; R_2 = Suất liều ở khoảng cách d_2 đến nguồn điểm.

Trong thực tế chúng ta có thể coi rằng các nguồn nhỏ về kích thước là các nguồn điểm với điều kiện là khoảng cách đến nguồn ít nhất 10 lần lớn hơn kích thước nguồn đó.

2.1.3 Che chắn

Loại vật liệu che chắn và chiều dày cần thiết để làm suy giảm suất liều bức xạ xuống mức mong muốn phụ thuộc vào các yếu tố sau:

- Loại và năng lượng bức xạ;
- Hoạt độ phóng xạ của nguồn (hoặc cường độ bức xạ từ máy phát);

- Suất liều chấp nhận được bên ngoài che chắn.

Hạt alpha có quãng chạy ngắn trong không khí (vài xăng-ti-mét) và dễ dàng bị hấp thụ vì thế chúng không đòi hỏi sự che chắn.

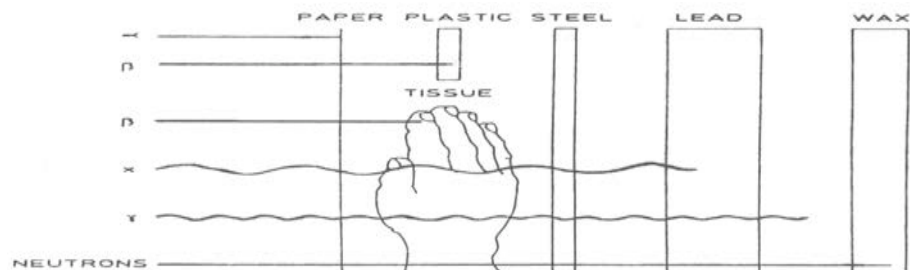
Hạt beta năng lượng thấp chẳng hạn như beta phát ra từ Tri-ti có năng lượng cực đại 0.019 MeV cũng dễ dàng bị hấp thụ và không đòi hỏi sự che chắn. Tuy nhiên hạt beta năng lượng cao hơn như của Phốt-pho 32 (P-32) (năng lượng cực đại 1,7 MeV) có khả năng đâm xuyên lớn hơn và tương tác với vật liệu che chắn để tạo ra bức xạ hãm. Để che chắn tia beta thường sử dụng các vật liệu có nguyên tử số thấp (ví dụ thủy tinh hữu cơ) sẽ giảm cường độ của các hạt beta và giảm mức bức xạ hãm tạo ra. Tuy nhiên, khi làm việc với các nguồn phát tia beta năng lượng cao có thể vẫn cần thiết sử dụng che chắn bổ sung để bảo vệ nhân viên khỏi bức hãm. Trong trường hợp này, để che chắn tia beta sử dụng một lớp thủy tinh hữu cơ và sau lớp này sẽ được bổ sung thêm chì để che chắn tia X.

Tia X và tia gamma có khả năng đâm xuyên lớn hơn so với cả hạt alpha và beta. Để che chắn các tia gamma, tia X thường sử dụng các vật liệu nặng (như bê tông chứa barit, chì hay sắt).

Che chắn đối với neutron là phức tạp hơn do dải năng lượng rộng và các phản ứng khác nhau có thể xảy ra. Để che chắn neutron cần phải dùng vật liệu thích hợp có hàm lượng hiđrô cao (như nước, parafin, polyetylen, bê tông) trộn với Bo. Hỗn hợp Parafin – Bo là loại vật liệu hay được sử dụng để che chắn neutron.

Bảng 1. Vật liệu che chắn được khuyến cáo

Loại bức xạ	Vật liệu che chắn được khuyến cáo
Hạt alpha	Không
Hạt beta năng lượng thấp	Không
Hạt beta năng lượng cao	Thủy tinh hữu cơ bao xung quanh chì
Tia X và tia gamma	Bê tông, chì, sắt
Neutron	Bê tông, nước, polyetylen, parafin, bo



Hình 1. So sánh mức độ đâm xuyên của các tia bức xạ qua các vật liệu

1.2. Các biện pháp kiểm soát hành chính:

Các biện pháp kiểm soát hành chính bao gồm các quy định về các vấn đề sau:

- Phân loại các vùng làm việc.

- Sử dụng các dấu hiệu cảnh báo rõ ràng đối với mỗi vùng được phân loại.
- Huấn luyện an toàn bức xạ cho nhân viên bức xạ và người quản lý.
- Xây dựng các quy trình làm việc hợp trong đó phối hợp việc sử dụng các yếu tố thời gian, khoảng cách và che chắn.
- Đảm bảo các điều kiện để làm việc an toàn (ví dụ yêu cầu mang theo liều kế cá nhân có chế độ cảnh báo).
- Duy trì việc thống kê, theo dõi các nguồn bức xạ.
- Thiết lập và duy trì chế độ kiểm tra an toàn bức xạ định kỳ.

1.2.1 Phân loại các vùng làm việc

Thường khu vực làm việc sẽ được phân thành các vùng như sau:

- **Vùng kiểm soát** là nơi có mức bức xạ cao, cần áp dụng các biện pháp kiểm soát nghiêm ngặt để đảm bảo liều chiếu của nhân viên làm việc trong vùng đó được giữ dưới mức quy định và ngăn chặn hoặc hạn chế việc bị chiếu xạ ngoài ý muốn.
- **Vùng giám sát** là nơi có mức bức xạ thấp hơn do vậy không cần áp dụng biện pháp kiểm soát quá nghiêm ngặt.
- **Vùng không phân loại** là nơi mức bức xạ được coi là không đáng kể so với phong bức xạ tự nhiên và không cần có biện pháp kiểm soát gì.

Một cách phân loại vùng khác là theo liều hàng năm có khả năng bị nhận nếu làm việc trong vùng đó.

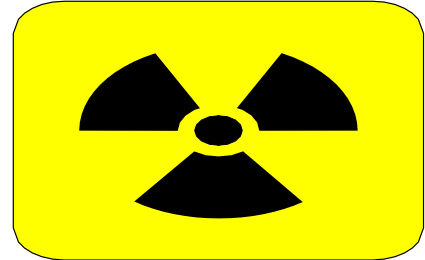
Bảng 2. Ví dụ về phân loại vùng theo liều hàng năm

Phân loại vùng	Liều hàng năm có thể nhận được (mSv)
Kiểm soát	Lớn hơn 6
Giám sát	1 đến 6
Không phân loại	Nhỏ hơn 1

Hệ số chiếm cứ là phần thời gian nhân viên bức xạ sẽ phải làm việc trong vùng đang xem xét so với tổng thời gian làm việc bình thường. Ví dụ hệ số chiếm cứ là 0,2 nghĩa là người công nhân mất một phần năm (hay 20%) thời gian làm việc của họ trong vùng đang xem xét. Nếu chế độ làm việc bình thường là 2000 giờ một năm thì ví dụ trên sẽ tương ứng với nhân viên bức xạ của cơ sở sẽ làm việc 400 giờ một năm trong vùng đó.

1.2.2. Các biển báo, dấu hiệu cảnh báo bức xạ

Vì giác quan con người không thể cảm nhận được bức xạ ion hóa nên việc sử dụng các dấu hiệu cảnh báo bức xạ ở nơi có mối nguy hiểm bức xạ chiếu ngoài sẽ là rất quan trọng. Các dấu hiệu cảnh báo phải được đặt trên bản thân nguồn bức xạ cũng như biên giới khu vực kiểm soát và giám sát. Ký hiệu quốc tế đối với bức xạ ion hoá là ba cánh như được chỉ ra trong hình 2.



Hình 2. Dấu hiệu cảnh báo bức xạ

1.2.3. Các mức điều tra

Như một phần của chương trình bảo vệ an toàn bức xạ hiệu quả, các đơn vị phải thường xuyên đo kiểm tra mức bức xạ khu vực làm việc. Mọi kết quả đo kiểm tra khác so với mức bức xạ bình thường cần phải được xem xét tìm nguyên nhân. Mức điều tra là mức bức xạ có giá trị không bình thường và khi đo thấy phóng bức xạ cao hơn giá trị này đơn vị phải thực hiện việc điều tra để tìm nguyên nhân bởi vì đó là dấu hiệu chỉ sự bất bình thường trong điều kiện làm việc đã xảy ra. Mức điều tra cũng được áp dụng đối với kiểm soát liều cá nhân.

1.3. Kiểm soát vật lý

Ví dụ về các biện pháp kiểm soát vật lý:

- Sử dụng khoá liên động để hạn chế hoặc ngăn chặn việc xâm nhập vào vùng nguy hiểm.
- Sử dụng tay máy điều khiển từ xa để tránh thao tác trực tiếp và tăng khoảng cách giữa nguồn và người thao tác.
- Sử dụng bộ đặt thời gian định trước trong trường hợp làm việc với thiết bị X quang để kiểm soát thời gian chiếu xạ.

2. Bảo vệ chống chiếu xạ trong

Để bảo vệ người lao động khỏi bị tác động thường xuyên của bụi, hơi, khí phóng xạ... cần thực hiện các yêu cầu bắt buộc sau:

- Các phòng thí nghiệm phóng xạ phải bố trí riêng biệt, có chu vi bảo vệ $50 \div 300\text{m}$.
- Cấu trúc trang thiết bị của phòng thí nghiệm phóng xạ cần giảm bớt tính hấp thụ phóng xạ, dễ cọ rửa và tẩy sạch.
- Nhân viên phòng thí nghiệm được trang bị các phương tiện bảo vệ cá nhân chuyên dùng cần thiết như: găng tay cao su, tạp dề, giày tất, khẩu trang, tấm che mặt.
- Khi làm thí nghiệm, các nhân viên phải mặc đầy đủ phương tiện bảo vệ cá nhân chuyên dùng; thực hiện các thao tác chuẩn xác với thời gian tối ưu, không được ăn uống khi làm việc, thay quần áo, tắm rửa và kiểm tra nhiễm xạ trước khi về.
- Có kế hoạch tẩy xạ hàng ngày, hàng tuần cho người lao động, quần áo, dụng cụ, thiết bị, bàn làm việc, tường, sàn, trần, cửa phòng thí nghiệm và kiểm tra kết quả bằng máy đếm.
- Đối với công tác khai thác, chế biến, vận chuyển quặng phóng xạ, cần phải tuân thủ các yêu cầu AT – VSLĐ nghiêm ngặt. Đặc biệt là công tác thông gió, công tác chống bụi,

cũng như các nguyên tắc vệ sinh, sử dụng PTBVCN...để phòng chống có hiệu quả nguy cơ chiếu xạ bụi quặng do phóng xạ xâm nhập vào cơ thể qua đường hô hấp và tiêu hóa.

- Để bảo vệ được sức khỏe người lao động tiếp xúc với phóng xạ cần tuân thủ nghiêm ngặt công tác khám tuyển và khám sức khỏe định kỳ để loại những người không đủ sức khỏe và những người mắc các bệnh chống chỉ định làm việc với bức xạ ion hóa.

3. Tính toán che chắn – che chắn tia X và tia gamma

Sự suy giảm của tia X và tia gamma

Tia X và tia gamma bị suy giảm theo hàm mũ khi chúng đi qua vật liệu. Sự suy giảm này được tính toán bằng biểu thức [5]:

$$R_x = R_0 e^{-\mu x} \quad [5]$$

Trong đó: R_x = Suất liều sau khi qua một bề dày che chắn là x ;
 R_0 = Suất liều không có che chắn;

x = Bề dày che chắn;

μ = Hằng số - là hệ số hấp thụ tuyến tính của vật liệu che chắn.

Hệ số hấp thụ tuyến tính phụ thuộc vào loại vật liệu che chắn được dùng và năng lượng của tia X và tia gamma tới, thường được đưa ra trong đơn vị cm^{-1} .

Lớp làm yếu một nửa (HVL)

Lớp làm yếu một nửa (HVL) (cũng được gọi là bề dày làm yếu một nửa), đối với một vật liệu che chắn nhất định, là bề dày của lớp che chắn đó cần thiết để giảm cường độ bức xạ tới giá trị một nửa của giá trị ban đầu. HVL được tính toán bằng biểu thức [6]:

$$R_x = R_0 / 2^n \quad [6]$$

Trong đó: n = Bề dày che chắn bằng số lớp HVL;

R_x = Suất liều sau khi qua lớp che chắn có bề dày x ;

R_0 = Suất liều khi không che chắn.

Bề dày thực tế (x) của lớp che chắn sẽ là: $x = n \text{ HVL}$

Mối quan hệ giữa hệ số hấp thụ tuyến tính (μ) và lớp làm yếu một nửa (HVL): $\text{HVL} = 0,693 / \mu$

Lớp làm yếu mười lần (TVL)

Lớp làm yếu mười lần (TVL) được định nghĩa là bề dày vật liệu che chắn cần thiết để giảm cường độ bức xạ đến một phần mười giá trị ban đầu. HVL được tính toán bằng biểu thức [7]:

$$R_x = R_0 / 10^n \quad [7]$$

Trong đó: n = số lớp làm yếu mười lần TVLs;

R_x = Suất liều sau khi qua lớp che chắn có bề dày x ;

R_0 = Suất liều không che chắn.

Bề dày thực tế (x) của lớp che chắn sẽ là: $x = n \text{ TVL}$

Mối liên hệ giữa hệ số hấp thụ tuyến tính (μ) và lớp làm yếu mười lần (TVL) sẽ là: $\text{TVL} = 2,303 / \mu$

Bảng 3. Các giá trị HVL và TVL đối với một số nguồn tia X và gamma

Nguồn	Năng lượng (MeV)	HVL (cm)		TVL (cm)	
		Bê tông	Chì	Bê tông	Chì
226 Ra	0,047 đến 2,4	6,9	1,66	23,4	5,5
60 Co	1,17 đến 1,33	6,2	1,2	20,6	4,0
137 Cs	0,66	4,8	0,65	15,7	2,1
192 Ir	0,13 đến 1,06	4,3	0,60	14,7	2,0
Tia X	50 kVp	0,43	1,50		
Tia X	100 kVp	1,6	5,3		

(giá trị được lấy từ NCRP Report No. 49 1976)

CHƯƠNG IV

SƠ CẤP CỨU TAI NẠN LAO ĐỘNG

I. Sơ cứu tai nạn lao động.

1. Phương pháp cứu người bị nạn ra khỏi mạch điện.

Khi người bị điện giật, dòng điện sẽ đi qua người xuống đất, hoặc đi từ pha này qua người sang pha kia, do đó việc đầu tiên là phải nhanh chóng đưa người đó thoát khỏi mạch điện. Người cứu chữa cũng cần phải nhớ nếu chạm vào người bị điện giật cũng sẽ nguy hiểm đến tính mạng của mình. Do đó người cứu chữa phải chú ý những điểm sau:

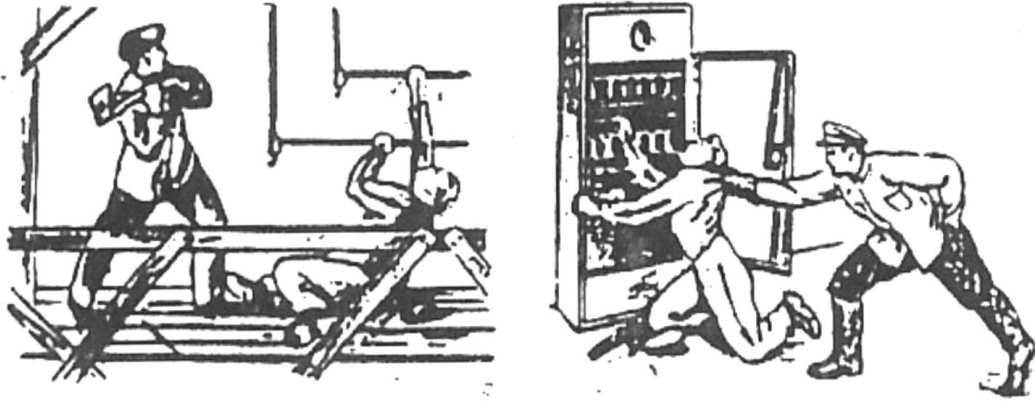
1.1 Trường hợp cắt được mạch điện:

Tốt nhất là cắt điện bằng những thiết bị đóng cắt ở gần nhất như công tắc, cầu dao, máy cắt, nhưng khi cắt điện phải chú ý:

- Nếu mạch điện đi vào đèn thì phải chuẩn bị ngay ánh sáng khác để thay thế.
- Nếu người bị nạn ở trên cao thì phải có phương pháp để hứng đỡ khi người đó rơi xuống. Cắt mạch điện trong trường hợp này cũng có thể dùng búa, rìu cán gỗ...để đặt dây điện.

1.2 Trường hợp không cắt được mạch điện:

Thì phải phân biệt người bị nạn do điện hạ áp hay điện cao áp mà sử dụng các biện pháp sau :



a) *Nếu mạch điện hạ thế* : người cứu chữa phải có biện pháp an toàn cá nhân thật tốt như đứng trên bàn, ghế gỗ khô, đi dép cao su hoặc đi ủng mang găng tay cách điện... dùng tay mang găng cao su để cứu người bị nạn ra khỏi dây điện hoặc dùng gậy tre, gỗ gạt dây điện ra khỏi người bị nạn hoặc túm lấy quần áo của người bị nạn kéo ra và tuyệt đối không được nắm dây hoặc chạm vào người bị nạn vì như vậy dòng điện sẽ truyền sang người cứu.

b) *Nếu ở mạch điện cao thế* :Tốt nhất là người cứu có ủng và găng tay cao su hoặc sào cách điện để gạt đẩy người bị nạn ra khỏi mạch điện. Nếu không có dụng cụ an toàn thì phải làm ngắn mạch bằng cách lấy dây đồng hoặc dây nhôm, dây thép nối đầu một đầu rồi ném lên đường dây tạo ngắn mạch các pha. Nếu người bị nạn tiếp xúc với 1 pha thì chỉ cần nối đất rồi ném dây lên pha đó. Cần lưu ý không được ném dây nên người bị nạn.

2. Các phương pháp cứu chữa ngay sau khi người bị nạn thoát khỏi mạch điện.

Ngay sau khi người bị nạn thoát khỏi mạch điện phải căn cứ vào trạng thái của người bị nạn để xử lý thích hợp. Ta phân ra các trường hợp sau :

2.1. Người bị nạn chưa mất tri giác:

Khi người bị nạn chưa bị mất tri giác, chỉ bị mê đi chốc lát, còn thở yếu... thì phải đặt người bị nạn ở chỗ thoáng khí yên tĩnh và cấp tốc đi gọi y, bác sĩ ngay, nếu không mời y, bác sĩ thì phải chuyển ngay người bị nạn đến cơ quan y tế gần nhất.

2.2 Người bị nạn mất tri giác:

Khi người bị nạn đang mất tri giác nhưng vẫn còn thở nhẹ tim đập yếu thì phải đặt người bị nạn ở chỗ thoáng khí yên tĩnh (nếu trời lạnh phải đặt trong phòng thoáng)

2.3 Người bị nạn đã tắt thở:

Nếu người bị nạn đã tắt thở tim ngừng đập, toàn thân co giật như chết thì phải đưa người bị nạn ra chỗ thoáng khí, bằng phẳng nới rộng quần áo và thắt lưng, moi miệng xem có vướng gì không rồi nhanh chóng làm hô hấp nhân tạo hay hà hơi thổi ngạt kết hợp với ấn tim (xoay bóp tim) ngoài lồng ngực cho đến khi y, bác sĩ đến và có ý kiến quyết định mới thôi.

Nếu miệng của nạn nhân mím chặt thì phải mở miệng của nạn nhân bằng cách dùng các ngón của hai bàn tay, nếu bằng cách đó mà không mở được miệng của nạn nhân thì phải dùng miếng nhựa sạch (hay vật cứng) cậy miệng ra, chú ý tránh làm gãy răng.

3. Phương pháp hô hấp nhân tạo, hà hơi thổi ngạt hoặc hà hơi thổi ngạt kết hợp với ấn tim ngoài lồng ngực.

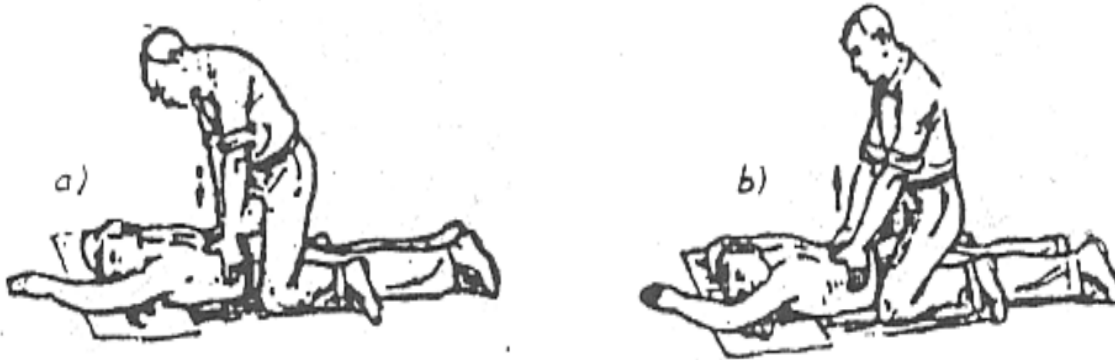
Làm hô hấp nhân tạo có hai phương pháp:

3.1. Phương pháp đặt người bị nạn nằm sấp:

Đặt người bị nạn nằm sấp một tay nằm dưới đầu, một tay duỗi thẳng, mặt nghiêng về phía tay duỗi thẳng moi nhốt dải trong miệng và kéo lưỡi ra nếu lưỡi thụt vào.

Người làm hô hấp ngồi lên lưng người bị nạn, hai đầu gối quỳ xuống kẹp vào hai bên hông, hai bàn tay để vào bên cạnh sườn, hai ngón tay cái sát sống lưng, ấn tay xuống và đưa cả khối lượng người làm hô hấp về phía trước đếm 1, 2, 3 rồi lại từ từ đưa tay về, tay vẫn để ở lưng đếm 4, 5, 6 cứ làm như vậy 12 lần trong 1 phút đều đều theo nhịp thở của mình cho đến lúc người bị nạn thở được hoặc có ý kiến của y, bác sĩ mới thôi.

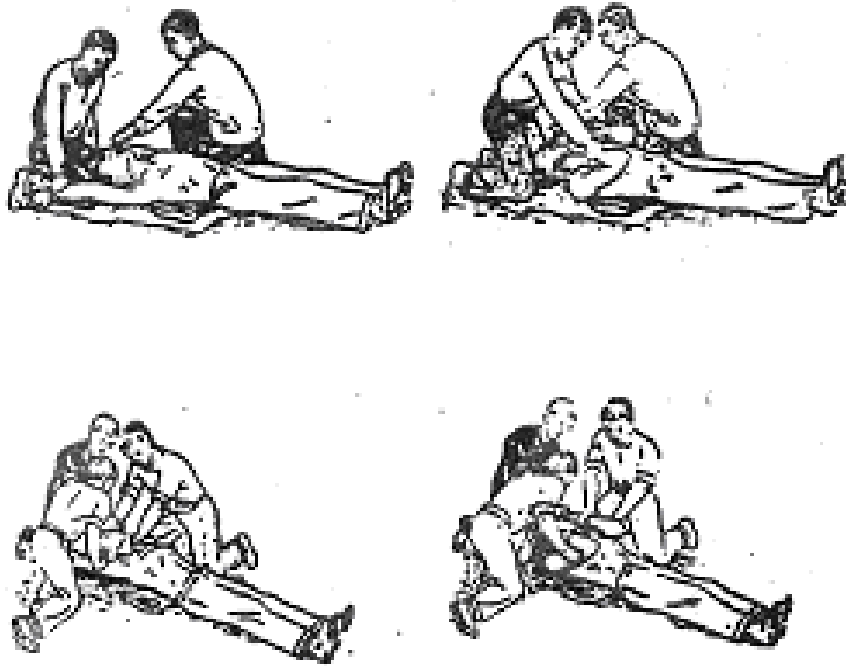
Phương pháp này chủ cần một người thực hiện.



Phương pháp hô hấp nhân tạo theo cách nằm sấp. Phương pháp cần một người thực hiện

3.2. Phương pháp đặt người bị nạn nằm ngửa:

Đặt người bị nạn nằm ngửa, dưới lưng đặt một cái gối hoặc quần áo vo tròn lại đầu hơi ngửa, lấy khăn sạch kéo lưỡi ra và một người ngồi giữ lưỡi. Người cứu ngồi phía trên đầu, hai đầu gối quỳ trước cách đầu độ 20-30 cm, hai tay nắm lấy hai cánh tay gần khuỷu, từ từ đưa lên phía trên đầu, sau 2 đến 3 giây lại nhẹ nhàng tay người bị nạn xuống dưới, gấp lại và lấy sức của người cứu để ép khuỷu tay của người bị nạn vào lồng ngực của họ, sau đó 2, 3 giây lại đưa trở lên đầu. Cần thực hiện từ sau 16-18 lần trong phút. Thực hiện đều và đếm 1, 2, 3 lúc hít vào và 4,5,6 lúc thở ra cho đến khi người nạn từ từ thở được hoặc có ý kiến quyết định của y, bác sĩ mới thôi.



Phương pháp này cần hai người thực hiện, một người giữ lưỡi và một người làm hô hấp. Trường hợp có thêm hai người giúp việc ta sẽ thực hiện như hình vẽ, khi đó một người kéo lưỡi, còn hai người giúp việc sẽ nằm ở gần hai khuỷu tay người bị nạn và thực hiện như ở trên.

Cứ chữa theo phương pháp này khối lượng không khí sẽ vào phổi nhiều hơn hai phương pháp kể trên từ 6 đến 15 lần và đây là phương pháp có hiệu quả cao hơn so với hô hấp nhân tạo.

3.3 Phương pháp hà hơi thổi ngạt

Trước một nạn nhân ngừng thở hay thoi thóp, việc đầu tiên là phải thổi ngạt ngay.

Ta đặt nạn nhân nằm ngửa, người cấp cứu ngồi bên cạnh, sát ngang vai, nhìn mặt nạn nhân. Dùng tay để ngửa hẳn đầu nạn nhân ra phía trước để cho cuống lưỡi không bít kín đường hô hấp cũng có khi thoát đầu dùng động tác này thì nạn nhân đã bắt đầu thở được.



a. Hai tay vít đầu nạn nhân xuống để cuống họng duỗi thẳng ra và người thổi ngạt hà hơi hít hơi.

b. Sau khi người hà hơi thổi ngạt đã hít đầy hơi sẽ áp kín miệng mình vào miệng nạn nhân và thổi mạnh.

Nếu nạn nhân chưa thở được, người cấp cứu vẫn để đầu nạn nhân ở tư thế trên một tay mở miệng, một tay luồn một ngón tay có cuốn vải sạch để kiểm tra nạn nhân lau hết đàm dãi, lấy hàm răng giả (nếu có)... đang làm vướng cổ họng. Người cấp cứu hít thật mạnh, một tay vẫn mở miệng, tay kia vít đầu nạn nhân xuống rồi áp kín miệng mình vào miệng nạn nhân và thổi mạnh (đối với trẻ em thổi nhẹ hơn một chút).

Ngực nạn nhân phồng lên, người cấp cứu ngừng đầu lên hít hơi thứ hai, khi đó nạn nhân sẽ tự thở ra được do sức đàn hồi của lồng ngực.

Tiếp tục như vậy với nhịp độ 14 lần/phút liên tục cho đến khi nạn nhân hồi tỉnh hơi thở trở lại. Mọi mắt hồng hào hoặc cho đến khi nạn nhân có dấu hiệu đã chết hẳn biểu hiện bằng đồng tử trong mắt giãn to (thường là từ một đến hai giờ sau) và có ý kiến của y, bác sĩ mới thôi.

3.4. Thổi ngạt với kết hợp ấn tim ngoài lồng ngực (xoa bóp ngoài lồng ngực).

Nếu gặp nạn nhân mê man không nhúc nhích, tím tái, ngừng thở, không nghe tim đập, ta phải lập tức ấn tim ngoài lồng ngực kết hợp với hà hơi thổi ngạt khi đó:

- Một người tiến hành hà hơi thổi ngạt từ trên.
- Người thứ hai làm việc ấn tim.

Hai bàn tay người ấn tim chống lên nhau, đè 1/3 dưới xương ức nạn nhân ấn mạnh bằng cả sức cơ thể từ xuống vùng ức (không từ sang phía xương sườn để phòng nạn nhân có thể bị gãy xương).

Nhịp độ phối hợp giữa hai người như sau : Cứ ấn tim 4-5 lần thì thổi ngạt 1 lần tức là ấn 50- 60 lần/ phút.

Thổi ngạt kết hợp với ấn tim là phương pháp hiệu quả nhất nhưng cần lưu ý khi nạn nhân bị tổn thương cột sống ta không nên làm động tác ấn tim.

Tóm lại, cứu người bị tai nạn điện là một công việc khẩn cấp, làm càng nhanh càng tốt. Tùy theo hoàn cảnh mà áp dụng phương pháp cứu chữa cho thích hợp. Phải hết sức bình tĩnh và kiên trì xử lý. Chỉ được phép coi người bị nạn đã chết khi đã có bằng chứng rõ ràng như vỡ sọ, cháy toàn thân, hay có quyết định của y, bác sĩ nếu không thì phải kiên trì cứu chữa đến cùng.

4. Phương pháp băng bó vết thương

a. Mục đích:

Che chở vết thương, giữ vết thương khỏi bị nhiễm trùng, giữ sạch vết thương.

Cầm máu: Băng ép lại để cầm máu.

b. Nguyên tắc:

Băng cho kín vết thương, không bỏ sót vết thương.

Băng đủ chặt; lỏng: tụt, chặt: máu không lưu.

Không làm ô nhiễm (NT) vết thương do sai kỹ thuật.

Băng sớm: (không bôi thuốc vào vết thương trừ thuốc đỏ, Oxy già rửa) không bôi Alcol, Iode, ...

Trường hợp vết thương nhẹ: Sát trùng rồi băng lại.

Băng vết thương không đắp trực tiếp bông gòn mà phải phủ gạc sạch (đã hấp).

c. Các loại băng:

Băng cuộn: thông dụng, dễ kiểm.

Băng tam giác

Băng cà vạt

Băng đuôi (4 dây, 6 dây)

Băng keo.

d. Băng cuộn: sử dụng băng cuộn có 3 bước:

* Neo băng:

Để khỏi tuột băng sau khi băng: tay phải cầm cuộn băng, tay trái cầm đầu băng quấn một vòng rồi gấp đầu băng hình tam giác thò ra trên đường băng rồi quấn tiếp, quấn 2 vòng chết.

Thường neo băng ở chỗ nhỏ nhất (ví dụ: vết thương ở cẳng tay, neo băng ở cổ tay).

* Hình thức đường băng:

Đường xoắn ốc: Dùng cho những bộ phận có kích thước đều nhau (Cẳng tay, đùi), vòng sau đè 2/3 vòng trước.

Băng chéo: Băng số 8, băng X (dùng cho băng khuỷu tay, khoeo tay) neo băng rồi chéo lên trên vết thương, vòng qua phần trên 1 vòng rồi đưa xuống đè 2/3 sau đến trước.

Băng rẽ quạt.

Băng lật.

* Khóa băng:

Sau khi băng kín vết thương rồi khóa băng.

Quấn 2 vòng chết phía trên vết thương (2 vòng chồng lên nhau rồi dùng kim băng, kim tây, băng keo hay xé đôi thành 2 cuộn băng thành 2 dải để buộc)

* Băng tam giác:

- Dai cương:

Băng tam giác là loại băng vải hình tam giác vuông cân có kích thước dây 1m, cao 95cm. Thường dùng khăn vuông xếp lại khăn đỏ.

- Áp dụng:

+ Băng đầu: Đáy khăn nằm ngang trán (đỉnh khăn nằm dài phía sau gáy) đuôi khăn cột ngang kéo ra phía sau gáy, vòng ra trước trán cột lại, lật đuôi khăn qua đầu ra trước nhét vành khăn hay kim gài.

+ Băng cẳng nhân, cẳng tay, đùi: Cạnh khăn đặt song song chi quấn vòng quanh để bọc kín vết thương, cột 2 chéo với nhau.

+ Băng bàn tay, bàn chân:

Trái khăn trên mặt phẳng, đặt úp bàn tay (bàn chân) lên khăn (đỉnh khăn cùng đầu ngón) đáy phía sau.

Lật khăn phủ kín tay, chân.

Kéo 2 chéo khăn quấn chéo, cột lại cổ chân.

PHẦN THỰC HÀNH

Mục tiêu:

- Trình bày được các biện pháp sơ cứu người bị tai nạn điện giật; hô hấp nhân tạo; băng bó vết thương.
- Sơ cứu được người bị điện giật, hô hấp nhân tạo và băng bó được vết thương đúng trình tự và yêu cầu kỹ thuật, đảm bảo an toàn, thời gian.
- Áp dụng được các phương pháp sơ cứu vào thực tế sản xuất sau này.
- Có thái độ học tập nghiêm túc, hỗ trợ nhóm.

2. Sơ cứu tai nạn lao động.

2.1. Điều kiện thực hiện

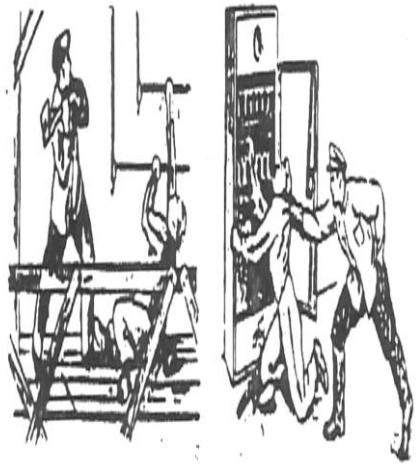
- Băng cuộn: thông dụng, dễ kiếm.

Băng tam giác

Băng cà vạt

Băng đuôi (4 dây, 6 dây)

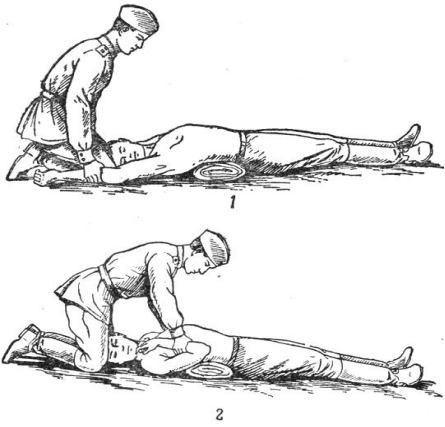
Băng keo

TT	YÊU CẦU CÔNG VIỆC THỰC HIỆN	HÌNH MINH HỌA
1	- Người cứu chữa phải đứng trên bàn, ghế gỗ khô, đi dép cao su hoặc đi ủng mang găng tay cách điện. - Dùng tay mang găng cao su để cứu người bị nạn hoặc dùng gậy tre, gỗ gạt dây điện ra khỏi người bị nạn. - Túm lấy quần áo của người bị nạn kéo ra và tuyệt đối không được nắm dây hoặc chạm vào người bị nạn vì như vậy dòng điện sẽ truyền sang người cứu.	

2.2. Phương pháp hô hấp nhân tạo, hà hơi thổi ngạt.

2.2.1. Phương pháp hô hấp nhân tạo

TT	YÊU CẦU CÔNG VIỆC THỰC HIỆN	HÌNH MINH HỌA
----	-----------------------------	---------------

1	- Phát hiện nạn nhân ngừng thở: + Đặt nạn nhân nằm trên mặt đất + Trên lưng nạn nhân nên kê một cái đệm nhỏ bằng vải hoặc quần áo quần lại, cởi toàn bộ thắt lưng, khuy cổ áo để thoải mái khi thở. + Người sơ cứu ngồi trên phía đầu đối phương + Cầm chặt tay phía trên cổ tay, khi hô 1 thì nhấc tay lên, quay về phía mình từ trên xuống đến mặt đất, ngực nạn nhân sẽ bị nhấc lên và đó là hít vào, khi đếm 2 co hai tay nạn nhân gập khuỷu tay, đè lên ngực nạn nhân và nhấn mạnh, đó là thở ra. + Thực hiện từ 15 ÷ đến 18 lần/phút	
---	---	--

2.2.2. Trường hợp hà hơi thổi ngạt kết hợp với hô hấp nhân tạo

TT	YÊU CẦU CÔNG VIỆC THỰC HIỆN	HÌNH MINH HỌA
1	Trường hợp hà hơi thổi ngạt khi nạn nhân trong trạng thái tim ngừng đập, phổi không hoạt động (chết lâm sàng) cũng phải làm đồng thời với hô hấp nhân tạo. Cách làm như sau: + Bịt mũi người bị nạn, có thể đặt một chiếc khăn mùi xoa lên miệng nạn nhân + Lấy hơi thật sâu và mạnh, sau đó khớp môi người cứu với miệng nạn nhân, thổi thật mạnh hơi của mình vào phổi người bị thương (tương đương với hít vào), sao cho phổi người bị nạn đầy không khí, sau đó dùng 2 tay đè lên ngực nạn nhân, và đẩy mạnh xuống, tạo sức nén cho phổi, đẩy không khí ra ngoài (thở ra). Hô hấp nhân tạo làm đều khoảng 16 – 18 lần trong một phút cho đến khi phục hồi hoàn toàn hơi thở tự nhiên.	 Trường hợp có 1 người Trường hợp có 2 người

2.3. Băng bó vết thương ở đầu:

TT	YÊU CẦU CÔNG VIỆC THỰC HIỆN	HÌNH MINH HỌA
----	-----------------------------	---------------

1	Băng vết thương ở đầu: - Dùng bông hoặc mảnh vải sạch đặt vào chỗ vết thương. - Dùng băng băng cầm máu bằng cách băng đè lên vết thương để cầm máu. + Dùng băng băng một vòng qua đầu (như hình vẽ) xoay ngược một vòng và băng ngược một vòng qua đầu và cổ. + Buộc chặt lại bên cằm. + Đưa người bị nạn đến cơ sở y tế gần nhất.	
---	---	--

2.4. Băng bó vết thương ở tay và chân (dùng băng cuộn, Băng tam giác)

TT	YÊU CẦU CÔNG VIỆC THỰC HIỆN	HÌNH MINH HỌA
1	- Băng các vết băng ở chân và tay: + Băng một vòng qua bàn tay, bàn chân, đầu gối. + Vòng một vòng theo hình số 8, sau đó vòng lại một vòng theo hình chữ thập + Khi băng xong cần siết hơi chặt và buộc lại chắc chắn đảm bảo băng không bị tuột.	