

ABSORBLANMIŞ DOZ HESAPLAMA VE ÖLÇÜM PROTOKOLLERİ

Dr. Doğan YAŞAR

TAEK,

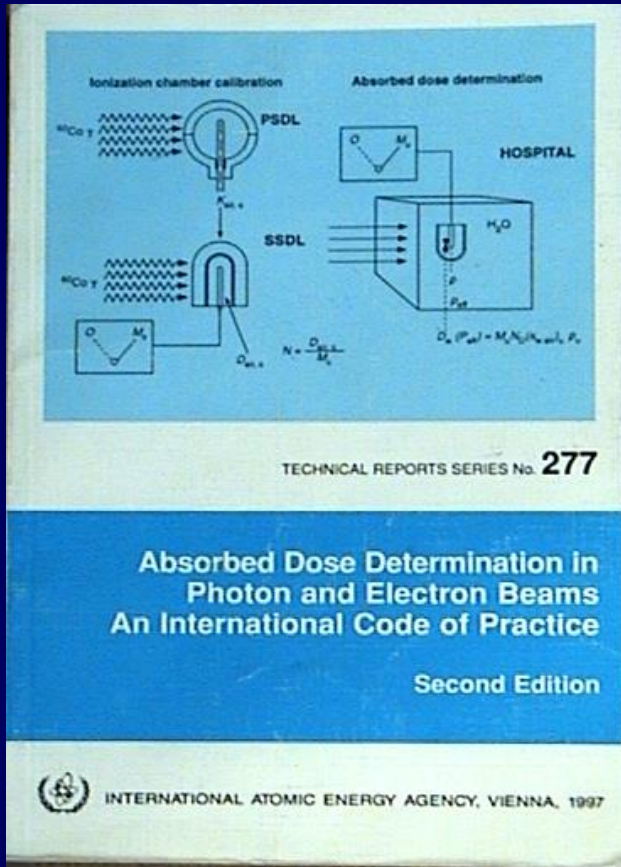
Çekmece Nükleer Araştırma ve Eğitim Merkezi,

Sekonder Standard Dozimetri Laboratuvarı

doganyasar@yahoo.com

IAEA DOZ PROTOKOLLERİ

IAEA TRS-277



- İlk protokol 2 yıllık çalışma sonucu 1987 de yayınlandı.
- Uygulama kodu, hava kerma ya göre kalibrasyonu yapılan bir iyon odası ile yapılan ölçümlerden suda absorblanan dozun nasıl elde edileceğini kullanıcılara tavsiye etmektedir

IAEA DOZ PROTOKOLLERİ

IAEA TRS-277

- TRS-277 yüksek enerjili fotonlar ve hatta elektron şuası için absorblanmış doz elde edilmesinde bir iyon odasının kullanımı ile ilgili yöntemleri tanımlamaktadır.
- Bu uygulama kodu Co-60 şuasında belirli bir mesafedeki bir noktada hava kerma olarak N_K faktörü ile iyon odalarının kalibrasyonunu esas almaktadır.

IAEA DOZ PROTOKOLLERİ

IAEA TRS-277

- N_K kalibrasyon faktöründen hareketle absorbanmış doz faktörü hesabı,

$$N_{D,air} = N_K(1-g)k_m k_{att}$$

- g havadaki bremsstrahlung da sekonder elektron kayıplarının enerji kesri,
- k_{att} havadaki kalibrasyonlarda iyon odası duvarının zayıflatma düzeltme faktörü,
- k_m iyon odası duvar ve build up cap malzemesi hava eşdeğeri olmadığı için düzeltme faktörüdür.

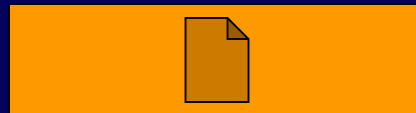
IAEA DOZ PROTOKOLLERİ

IAEA TRS-277

- Uygulama Koduna göre ölçümün efektif noktasında sudaki absorblanmış doz:

$$D_w(P_{\text{eff}}) = M N_{D,\text{air}} (S_{w,\text{air}}) P_u$$

- M çevresel şartlar (sıcaklık, basınç ve rutubet) ile düzeltilmiş dozimetre okuması,
- $N_{D,\text{air}}$ iyon odasının havada absorblanan doz kalibrasyon katsayısı,
- $S_{w,\text{air}}$ Co-60 radyasyon kalitesinde havada suyun durdurma gücü oranı,
- P_u sudaki ölçümler süresince iyon odası duvarının su eşdeğeri olmadığını hesaba katan radyasyon enerjisine göre değişen pertürbasyon katsayısıdır.



IAEA DOZ PROTOKOLLERİ

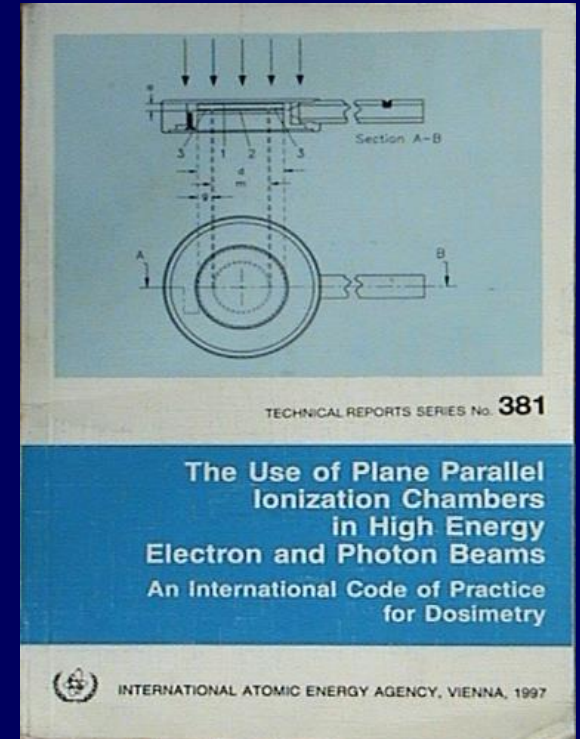
IAEA TRS-381

- Radyoterapi ve radyasyon dozimetrisi alanında TRS-277 de tavsiye edilen yöntem ve verinin güncellenmesi gerektiğini gösteren araştırmalar yapıldı.
- Ayrıca, 1987 den sonra paralel yüzey iyon odalarının kullanılmasında spesifik yöntemlere ilişkin çeşitli tavsiyeler yayınlandı.
- Bunun üzerine IAEA, uygulama kodunun durumunu değerlendirmek üzere 1992 de alanında uzman uluslararası bir çalışma grubu oluşturdu.

IAEA DOZ PROTOKOLLERİ

IAEA TRS-381

- Danışmanlar kurulu, yüksek enerjili elektron ve foton şua dozimetrisinde, paralel yüzey iyon odalarının kullanılması ile ilgili Teknik Rapor Serisi kapsamında bir rapor hazırlanmasını önerdiler. Bu grup 1994 ve 1995 süresince teknik raporu hazırladılar.
- En önemli düzenlemeler;
 - Elektron dozimetrisi,
 - Paralel yüzey iyon odalarının kalibrasyonu ve kullanımı,
 - Düşük ve orta enerjilere yönelik düzenlemeler ile foton dozimetrisini kapsamaktadır.



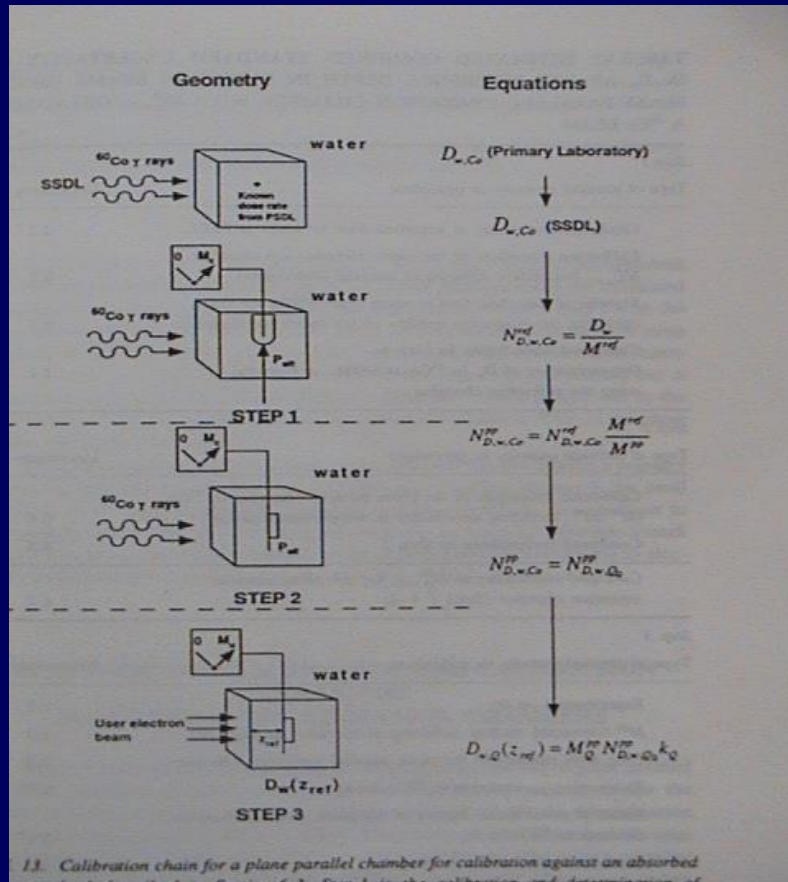
IAEA DOZ PROTOKOLLERİ

IAEA TRS-381

- Bu uygulama kodu, düşük enerjili elektronlar için ($E_0 \leq 10$ MeV) paralel yüzey iyon odasının tercih edilmesini önermektedir.
- Foton şuasında suda absorblanan doz saptamasında paralel yüzey iyon odalarının kullanımı, saptanan p_{wall} faktörleri arasında kararlılık olmaması nedeniyle tavsiye edilmemektedir.

IAEA DOZ PROTOKOLLERİ

IAEA TRS-381



- Paralel yüzey iyon odasının N_D faktörü yüksek enerjili elektron şuasında saptanmış olması tercih edilmelidir.
- Co-60 şuasında bu faktör saptanabilir fakat bu durumda en büyük belirsizlikler peşinen kabul edilmektedir.

IAEA DOZ PROTOKOLLERİ

IAEA TRS-381

- Hava kerma esaslı formalizmlerdeki benzer notasyon TRS-381'de verilmektedir. Q kalitesindeki klinik bir foton şuasında $D_{w,Q}$ hesaplanması,.

$$N_{D,air} = N_{K,air,Q_0} (1-g) k_{att} k_m k_{cel}$$

k_{cel} kalibrasyon süresince merkezi elektrotun etkisini düzeltmektedir

$$D_{w,Q} = M_{corr,Q} N_{D,air} (S_{w,air})_Q P_Q$$

Q_0 ve Q sırayla kalibrasyon ve klinik foton şua kalitelerini temsil etmektedir.

IAEA DOZ PROTOKOLLERİ

IAEA TRS-381

- P_Q dört faktörü kapsamaktadır:

$$P_Q = P_{wall} P_{cav} P_{dis} P_{cel}$$

- P_{wall} : Duvar ortamının su eşdeğeri olmaması nedeniyle,
- P_{cav} : Ortam içindeki hava kavitesine giren sekonder parçacık akısının pertürbasyonu için,
- P_{dis} : Şayet iyon odasının geometrik merkezi referans nokta olarak kullanılıyorsa yer değiştirme etkisi için,
- P_{cel} : Yüksek enerjili foton ve elektron şuasında fantomla alınan ölçümler süresince silindirik iyon odasının merkezi elektrotun etkisini düzeltme faktörleridir.

IAEA DOZ PROTOKOLLERİ

IAEA TRS-381

- TRS-277, ölçümün efektif noktası kavramını kullanmakta idi. Ölçümün efektif noktası, silindirik bir iyon odasının kavite merkezi göz önüne alınması durumunda;
 - **Co-60 enerjisinde kavite yarıçapının 0.5 katı,**
 - **Yüksek enerjili X- ışınlarında kavite yarıçapının 0.75 katı**

bir mesafe kadar kaynağa doğru kaydırılmakta veya iyon odası, ölçümün efektif noktası bilinen doz noktasına yerleştirilmektedir.

IAEA DOZ PROTOKOLLERİ

IAEA TRS-381

- Bunun yerine TRS-381 de, ölçüm noktası olarak iyon odasının merkezinin kullanılması ve bir P_{dis} faktörüyle yer değiştirme etkisinin düzeltilmesi tavsiye edilmektedir.

$$P_{dis} = 1 - 0.004r$$

iyon odasının iç yarıçapı r (mm) olarak alınmakta, bu katsayı iyon odası kavitesi tarafından yer değiştiren suyun hacminin yerine geçmesini hesaba katmaktır.

IAEA DOZ PROTOKOLLERİ

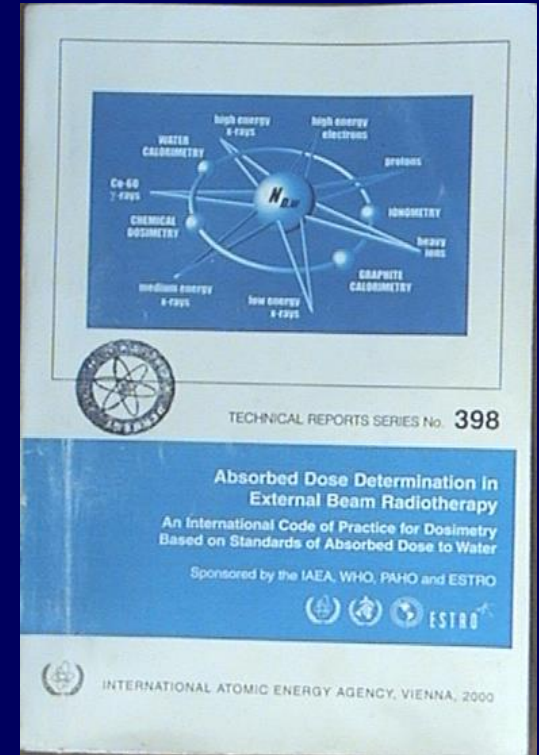
IAEA TRS-398

- 1996 yılında
“**Scientific committee of the IAEA / World Health Organization (WHO) Secondary Standards Dosimetry Laboratories (SSDL) Network**”
araştırma projesi hazırlayarak koordine etti.
- 1997 –1999 yılları arasında uygulanan proje sonucu Sudaki Absorblanmış Doz Standartlarını esas alan uluslararası uygulama kodu olan “**Absorbed Dose Determination in External Beam Radiotherapy**” oluşturuldu.

IAEA DOZ PROTOKOLLERİ

IAEA TRS-398

- 2000 yılında yayınlanan uluslararası uygulama kodu nötronlar hariç diğer external radyoterapi şuallarının tamamı için absorblanmış doz protokolü esasında sunulan ve geniş bir iyon odası tiplerini kapsayan veriye sahip bir protokoldür.



IAEA DOZ PROTOKOLLERİ

IAEA TRS-398

Co-60 ENERJİSİNDEKİ UYGULAMALAR

- **Kullanılan İyon Odası;**
 - Co-60 uygulamalarında silindirik ve paralel yüzey iyon odalarının kullanılması tavsiye edilmektedir.
 - İyon odasının referans noktası silindirik iyon odasının merkezi eksen, Paralel yüzey iyon odasının ön penceresinin iç yüzeyi alınmaktadır.
 - Bu referans noktalar, su fantomunun referans derinliğinde oluşturulmalıdır..

IAEA DOZ PROTOKOLLERİ

IAEA TRS-398

- **Fantom ;**
 - Kalibrasyonda ve absorbanmış doz ölçümünde kullanılan fantom su fantomu olmalı ve radyasyon alan boyutundan en az 5 cm daha geniş olmalı, (30x30x30 cm³)
 - Fantomun ön pencere kalınlığı 2 mm ila 5 mm arasında olmalıdır.

IAEA DOZ PROTOKOLLERİ

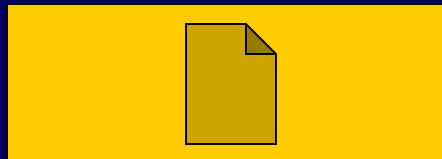
IAEA TRS-398

- Referans kalitedeki bir şua, Q_0 (Co-60), ile ışınlanan bir fantom içerisinde ve referans noktadaki bir iyon odasının suda absorblanan doz,

$$D_{w,Q} = M_{corr,Q} N_{D,w,Q_0}$$

referans kalitedeki şuadan farklı şualar için eşitlik,

$$D_{w,Q} = M_{corr,Q} N_{D,w,Q_0} k_{Q,Q_0}$$



IAEA DOZ PROTOKOLLERİ

IAEA TRS-398

- k_{Q,Q_0} şua kalite düzeltme faktörüdür
- İdeal olarak k_{Q,Q_0} her iyon odası için kullanıcının şuasına bağlı olarak direkt ölçülmelidir.
- Direkt olarak ölçmenin birçok zorlukları vardır.
- Referans şuadaki kalibrasyon faktörü ve klinik şuadaki kalibrasyon faktörünün oranı olarak deneysel saptanabilmekte,

$$k_{Q,Q_0} = \frac{N_{D,W,Q}}{N_{D,W,Q_0}}$$



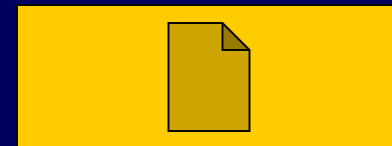
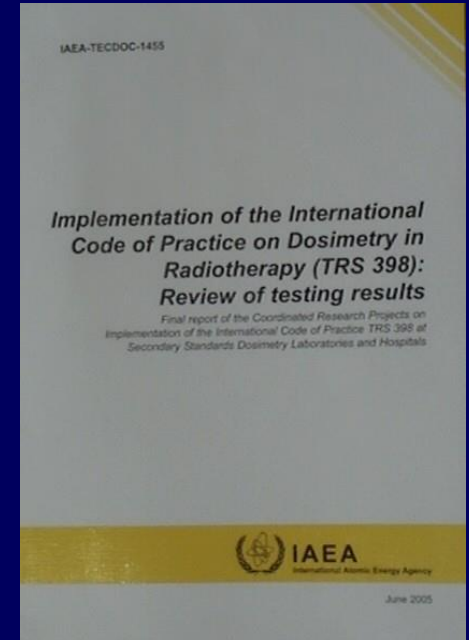
TRS-398 AVANTAJI

- D_w un elde edilmesi esnasında oluşan belirsizlikler,
- Zincirdeki başlıca belirsizlik hastanede kullanıcı tarafından sağlanan dönüşüm faktörlerinden (k_m ve k_{att}) meydana gelmektedir.



IAEA ARAŞTIRMA PROJESİ

- Hava KERMA ve Sudaki absorblanmış doz kalibrasyon katsayılarının karşılaştırması yapıldı.
- Bu çalışmada NE 2571 iyon odalarında, hesaplanmış ND,W ve suda direk absorlanmış doz kalibrasyon katsayıları % -0.6 kadar bir farklılık oluşmakta,
- NE 2581 model iyon odalarında, hesaplanmış ve suda direk absorbanmış doz kalibrasyon katsayıları arasındaki % -0.94 kadar bir farklılık görülmektedir.



SABRINIZ İÇİN TEŞEKKÜRLER