

웹 기반 고 에너지 방사선에 대한 흡수선량 교정 프로그램 개발

경희대학교 의과대학 *방사선종양학교실, †의학과, ‡해부학교실, §신경외과
||한양대학교병원 방사선종양학과, ¶국립암센터 양성자치료센터

신동오*† · 신동호¶ · 김성훈|| · 박성용¶ · 서원섭§ · 안희경‡ · 강진오* · 홍성언*

고 에너지 광자선과 전자선의 흡수선량 결정에 대한 표준측정법은 공기커마 교정인수를 바탕으로 한 방법이 널리 사용되고 있으나 복잡한 수식과 물리적인자의 불확실성 등으로 정확도 향상에 한계가 있다. 따라서 최근 국제원자력기구와 미국의학물리학회에서 물 흡수선량을 기반으로 표준측정법을 개발하였다. 본 연구는 국제원자력기구의 IAEA TRS-398과 미국의학물리학회의 AAPM TG-51 물 흡수선량 표준측정법에 대한 인터넷을 기반으로 하는 선량교정 프로그램을 개발하였다. 이 프로그램은 인터넷 온라인상에서 사용할 수 있도록 C# 언어를 사용하여 각각의 표준측정법의 절차에 따라 사용자의 편의를 고려하여 개발하였다. 사용자는 인터넷을 통해 기준점에서의 두 가지 절차서에 따른 물 흡수선량을 비교할 수 있으며, 국내 각 기관에서 수행된 선량교정의 추세를 이해하고 보다 쉽게 관리할 수 있게 하였다. 웹 기반 데이터베이스를 이용하여 차후 국내 실정에 적합한 물 흡수선량 표준에 기반을 둔 표준측정법을 개발하는데 기여할 것으로 기대된다.

중심단어: 물 흡수선량 교정인수, 표준측정법, 광자선, 전자선, 웹 기반

p 서 론

현재 국내에서 사용하고 있는 방사선량 표준측정법의 경우 물 흡수선량을 결정하기 위하여 공기 중에서 이온함에 대한 공기커마(air kerma) 혹은 조사선량(exposure) 교정인수를 토대로 한 표준측정법이 사용되고 있다.^{1,3)} 그러나 이들 표준측정법은 공기 중에서의 물리량을 물 속에서의 물리량으로 변환해야 하므로 수식체계가 복잡하고, 각각의 변환 및 보정계수의 물리량에 대한 불확정도가 커서 정확성을 개선하는데 한계가 있다.

이러한 이유로 미국의학물리학회(American Association of Physicist in Medicine, AAPM)와 국제원자력기구(International Atomic Energy Agency, IAEA)에서는 물 흡수선량 표준에 토대를 두고 있는 표준측정법을 발표하였다.^{4,5)} 물 흡수선량 표준에 토대로 둔 표준측정법은 확고한 절대선량계

에 의해 표준 및 교정기관에서 임상에서 관심 있는 물리량인 물 흡수선량 1차 표준을 직접 제공하므로 선량측정의 불확실성이 감소되고, 수식 체계가 간소화됨으로써 더욱 정확한 측정이 이루어질 수 있게 되었다. 이에 대해 국내에서 신동오 등^{6,7)}이 AAPM TG-51과 IAEA TRS-398의 선량교정 작업서에 대하여 Visual C++ 언어를 이용하여 윈도우 환경에서 사용할 수 있는 선량교정 프로그램을 발표하였다. 이 프로그램은 객체지향형 모듈로 개발된 통합된 물 흡수선량 표준에 기반한 선량교정 프로그램으로 수작업에 의한 계산상의 오류와 사용자 기관에 적합한 표준측정법을 선택하여 출력선량을 용이하게 교정할 수 있도록 하였다. 하지만 웹에서 구현하는 프로그램을 만드는데 C++은 코딩 시간이 오래 걸리고 에러발생률이 높으며, 웹 개발에 필요한 충분한 라이브러리를 제공하지 않기 때문에 적합하지 않다.

따라서 본 연구에서는 이를 토대로 임상에서 널리 사용하고 있는 두 종류의 표준측정법에 대하여 Microsoft IIS 6.0 웹 서버와 .NET 플랫폼상에서 Visual Studio.NET 도구와 인터넷에서 작동이 가능한 프로그램을 개발하기 위해 C# 언어를 이용하여 기존의 C++ 언어를 이용하여 단일 사용자에게 의한 단일 의료용 가속기에 대한 선량교정 작업서를 온라인을 통한 한 병원에 여러 대의 장비를 보유한

본 연구는 과학기술부가 주관하는 원자력중장기 연구개발사업(M2-0504-03-0001)의 일환으로 수행되었음.

이 논문은 2005년 7월 12일 접수하여 2005년 8월 14일 채택되었음.

책임저자 : 신동오, (130-702) 서울시 동대문구 회기동 1번지

경희대학교 의과대학 방사선종양학교실

Tel: 02)958-8665, Fax: 02)958-8663

E-mail: ohsd@khmc.or.kr

곳이나 한 물리학자가 여러 병원에 대해 정도관리를 수행할 경우에 각 장비의 정도관리의 유지관리가 유리하도록 인터넷을 이용한 물 흡수선량 교정 시스템을 구축하여 온라인상에서 출력선량 교정 및 자료의 저장, 조회 및 통계 처리가 가능한 물 흡수선량 교정 프로그램을 개발하였다.

재료 및 방법

인터넷상에서 방사선치료기기의 출력선량을 교정할 수 있도록 개발된 물 흡수선량 교정 프로그램은 물 흡수선량

표준에 토대를 두고 있는 IAEA TRS-398과 AAPM TG-51 프로토콜을 사용하였다. IAEA TRS-398 프로토콜에서의 고 에너지 광자선과 전자선에 대한 물 흡수선량을 결정하는 수식체계는 $D_{w,Q} = M_Q N_{D,w,Q_0} k_{Q,Q_0}$ 로 동일한 수식이 적용된다. 여기서 M_Q 는 측정하고자 하는 대상은 아니지만 측정값에 영향을 줄 수 있는 물리적인 인자들이 보정된 선량계의 지시 값이고, N_{D,w,Q_0} 는 표준기관에서 제공받은 선량계의 물 흡수선량교정인수이다. k_{Q,Q_0} 는 표준기관의 기준선질 Q_0 와 사용자 기관의 선질 Q 사이의 차이에 대

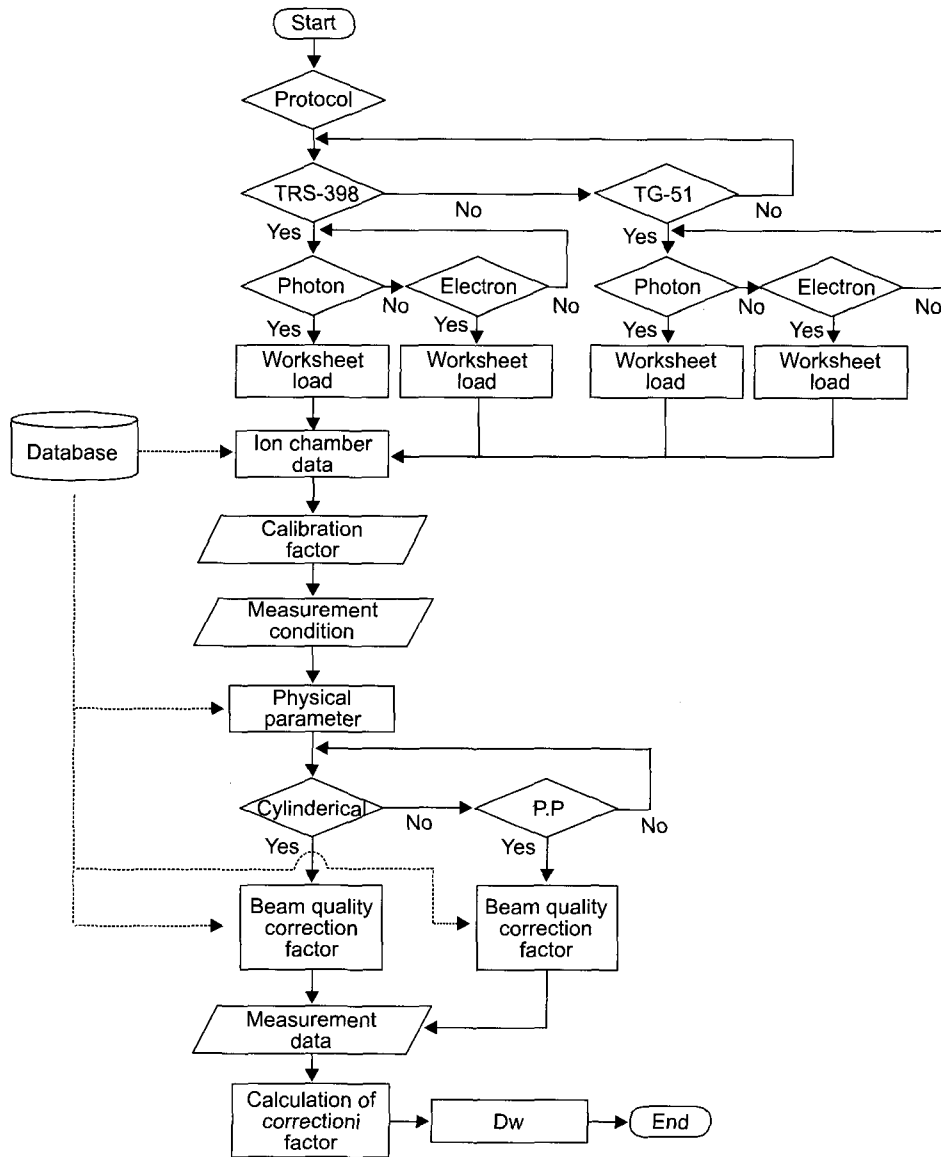


Fig. 1. Flow diagram for calculating the absorbed dose to water according to the AAPM TG-51 and the IAEA TRS-398.

한 보정계수이다.

AAPM TG-51 프로토콜에서는 고 에너지 광자선과 전자선의 수식체계가 다르다. 고 에너지 광자선에서는 $D_w^Q = M \cdot k_Q N_{D,w}^{Co^{60}}$ 이다. 여기서 M 은 위의 IAEA TRS-398과 같이 완전히 보정된 이온함에 의해 측정된 값이고, k_Q 는 선질변환계수, $N_{D,w}^{Co^{60}}$ 는 기준선질 ^{60}Co 에서의 물 흡수선량 교정인수이다. 전자선의 경우 $D_w^Q = M \cdot P_{gr}^Q \cdot k_{R_{30}} \cdot k_{ecal} \cdot N_{D,w}^{Co^{60}}$ 로 $P_{gr}^Q \cdot k_{R_{30}} \cdot k_{ecal}$ 는 선질변환계수 k_Q 에 해당되며, 교정기관에서 받은 $N_{D,w}^{Co^{60}}$ 값을 기준 전자선에서의 물 흡수선량 교정인수 $N_{D,w}^{Q,ref}$ 값으로 바꾼 후 다시 사용자 선질에서의 물 흡수선량교정인수 $N_{D,w}^Q$ 값으로 바꾼다.

흡수선량 교정 프로그램은 물 흡수선량 표준에 기반을 둔 표준측정법에 사용되고 있는 물리적 변수와 수식체계를 엄격히 적용하였다. 기준점에서 물 흡수선량 측정 시에 사용되는 선량측정기에 대한 정보 및 선량계산 수식체에 적용하는 모든 물리적인 변수에 대한 그래프 값 등을 수치화하여 데이터베이스화하였다. 많은 웹 프로그램 언어들 중에 C#을 사용한 이유는 C++를 기반으로 하고 있

고, 웹 개발에 최적화된 모듈(Web Control)을 제공한다. 또한 사용자 편의성을 고려하여 코딩이 쉽다. 그리고 C#의 장점은 1) 잘 설계된 언어로 코딩이 쉽다. 2) 메모리 관리를 자동으로 해준다. 3) 포인터를 사용하지 않는다. 4) 데이터 처리에 필요한 풍부한 라이브러리를 제공한다. 5) 데이터베이스 제어를 할 수 있는 장점이 있다. Microsoft IIS 6.0 웹 서버와 .NET 플랫폼상에서 Visual Studio.NET 도구와 C# 언어를 이용하여 인터넷을 이용한 방사선량 교정 시스템을 구축하였다. 사용자가 인터넷상에서 사용하여 접속할 수 있도록 하였으며, 사용자의 편의를 고려하여 표준측정법을 선택할 수 있도록 하였다. Fig. 1은 인터넷을 이용한 방사선량 교정 시스템 및 서버 구성도이다. AAPM TG-51이나 IAEA TRS-398 프로토콜의 표준 데이터와 표준 교정기관이 제공하는 방사선량 교정 방법 등을 선량 교정 사이트의 데이터베이스에 저장해 둔다. 개별 의료기관에서 방사선량의 교정이 필요한 경우 온라인으로 상기 선량교정 사이트에 접근하여 실시간으로 방사선량 교정에 관한 데이터를 제공받아 개별 방사선발생장치의 출력선량을 교정한다.

또한 다수의 방사선치료기기를 보유하고 있는 의료기관

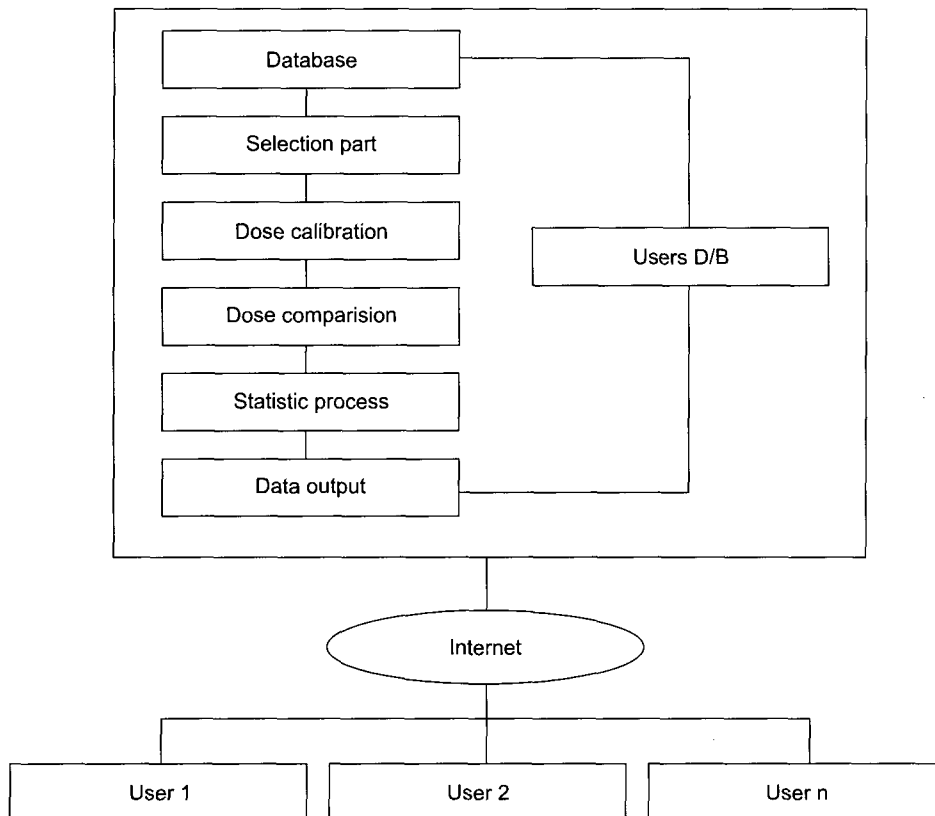


Fig. 2. Flowchart for calculating the absorbed dose to water web server.

Dosimetry worksheet : TG-51 Photon - Microsoft Internet Explorer

주소 http://www.dosimetry.or.kr/Dosimetry/Modules/Worksheet/Tg51/Tg51Photon.aspx

신동오 [1], Have a nice day!
User information Logout

DOSIMETRY

SITE INFO. WORKSHEET DOWNLOAD BOARD

MENU
INSTITUTION
Machine
Calibration
WORKLIST
WORKSHEET
AAPM-TG51
Photon
Electron(P.P.)
Electron(CyL)
TRS-398
Photon
Electron
STATISTICS
Statistics

AAPM TG-51 Worksheet : High Energy Photon Beam

1. Site data
Institution: KHMC Date: 2005-02-19
Physicist: D. O. Shin Ph.D.
Accel or Co-60 Mfr: 2100C Model & Serial no: 336
Nominal photon energy/beam identifier: 15 MV

2. Instrumentation
a. Chamber model: NE2571
Serial number: 2967 Cavity inner radius: 0.315
Waterproof: yes no
If no, is waterproofing <=1 mm PMMA or thin latex? yes no
b. Electrometer model: UNIDOS10005 Serial number: 50275
i. Pelec, electrom. corr factor: 1.0 C/C or C/rdg
c. Calibration Factor N(D,w Co-60): 0.04524 Gy/nC (or Gy/rdg)
Date of report(not to exceed 2 years): 2004-09-07

3. Measurement Conditions (10x10 cm2)
point of measurement at 10 cm depth (water equivalent)
a. Distance (SSD or SAD): 100 cm SAD SSD
b. Field size: 10 cm2 on surface(SSD setup)
c. Number of monitor units: 100 MU (min for Co-60)

4. Beam Quality
%dd(10)Pb (includes e- contamination): 78.40

5. Determination of KQ
Chamber model used to get KQ: NE2571
a. %dd(10)x (from 4, above): 79.04 b. KQ (Table I): 0.975

6. Temperature/Pressure Correction
a. Temperature: 23.0 b. Pressure: 101.0 > P_TP = 1.007

7. Polarity Correction
M+(raw): 17.390 nC (rdg) M-(raw): 17.390 nC (rdg)
a. M(raw) (for polarity of calibration): 17.390 nC (rdg) > P_pol = 1.000

8. Pion measurement
Operating voltage VH: 400 v Lower voltage VL: 200 v
M(H,raw): 17.390 nC (rdg) M(L,raw): 17.370 nC (rdg)
 Co-60 treated as general recombination > Pion(VH) = 1.001
 Pulsed/swept beams

9. Correction ion. ch. rdg. M(Sec.MI) at 10 cm depth, water equivalent
Fully corrected M: 17.526 C or rdg

10. Dose to water at 10cm depth:
a. Dose to water at 10cm depth = 77.317 cGy
b. Dose / MU(or min, Co-60) at 10cm depth: 0.773 cGy/MU(or min)

11. Dose to water/MU(or min, Co-60) at dmax(if relevant locally)
 Clinical %dd(10) for SSD setup: 77.2
 Clinical TMR(10, 10x10) for SAD setup:
> Dose / MU(or min, Co-60) at dmax: 1.002 cGy/MU(or min)

Calc. Clear Print

Fig. 3. Web-based AAPM TG-51 worksheet for dosimetry protocol of a high energy photon beam.

은 적어도 하나의 방사선치료기기의 출력선량을 교정할 후 기관 내 근거리통신망을 통하여 자체적으로도 교정이 가능하게 네트워크화 할 수 있도록 하였다.

결과 및 토의

개발된 프로그램은 각 표준측정법의 선량교정 작업서에 따라 Fig. 1과 같은 흐름도에 따라 사용자가 사용할 표준 측정법을 먼저 선택하도록 하였다. Fig. 2와 같이 각 사용 기관 또는 한 기관 내에 여러 대의 방사선치료기기에 대해 측정된 결과는 인터넷을 통해 방사선량 교정 시스템 서버에 접속이 되고 사용자기관의 물 흡수선량 결정에 필요한 정보 및 측정값을 데이터베이스에 저장하고, 데이터를 선택하여 선량교정에 적용하고 이 결과를 비교, 저장한 후 통계처리를 하여 다시 데이터베이스로 저장하게 된다.

본 인터넷 기반 흡수선량 교정 프로그램은 표준측정법을 선택한 후 측정하고자 하는 방사선의 종류와 선질을 선택하면 각 표준측정법에 해당되는 선량교정 작업서가 나타난다. Fig. 3은 AAPM TG-51 고 에너지 광자선에 대한 선량교정 작업서로 측정기관의 측정 장비 및 사용자의 정

보를 입력하고, 측정에 사용되는 이온함을 선택함으로써 이온함의 정보가 데이터베이스로부터 얻어지게 하였다. 또한 표준기관에서 제공하는 물 흡수선량 교정정수 $N_{D,w}$ 값과 측정조건, 선질 등 흡수선량 계산에 필요한 정보를 입력한 후 이온함에 의한 측정값을 입력하면 자동으로 물 흡수선량이 계산되게 하였다. 물 흡수선량 계산에 필요한 기본 정보와 수식은 프로그램에 입력되어 있으므로 기존에 표나 그래프로 표현되던 물리량을 찾아 수식에 적용하여 수작업으로 계산함으로써 기준점에서의 물 흡수선량 계산 시 발생할 수 있는 실수나 오차를 방지할 수 있게 하였다.

Fig. 4는 AAPM TG-51 고 에너지 전자선에 대한 선량교정 작업서로 AAPM TG-51에서는 평행평판형 이온함과 원통형 이온함을 이용한 선량교정 작업서를 각각 따로 제공하고, 평행평판형 이온함을 이용한 $k_{\text{calc}} N_{D,w}^{Co60}$ 의 값을 결정하고 물 흡수선량을 결정하도록 되어있다. Fig 5와 6은 IAEA TRS-398고 에너지 광자선 및 전자선에 대한 선량교정 작업서로 AAPM TG-51에서와 같이 측정 조건, 이온함의 정보, 선질 등 흡수선량 계산에 필요한 기본 정보를 입력하면 이온함의 측정값을 입력하면 자동으로 물 흡수선

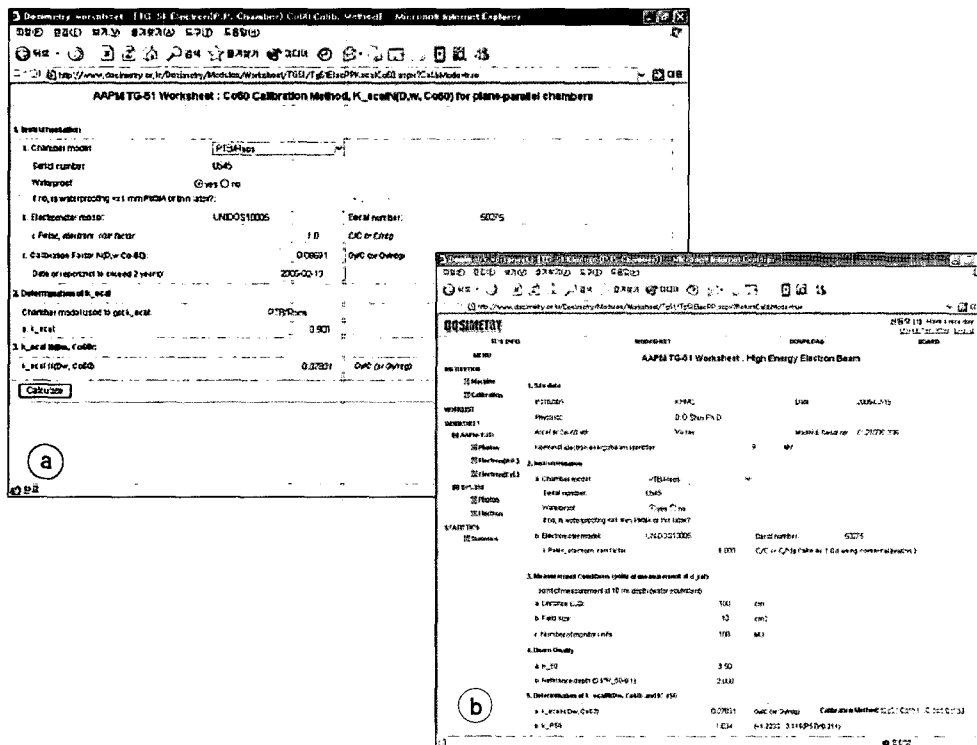


Fig. 4. Web-based AAPM TG-51 worksheet for dosimetry protocol of a high energy electron beam. (a) worksheet for determining $k_{\text{calc}} N_{D,w}^{Co60}$ for a plane-parallel ionization chamber. (b) worksheet for calculating the absorbed dose to water.

IEA Dosimetry Worksheet (TRS-398 Photon) - Microsoft Internet Explorer

주소 http://www.dosimetry.or.kr/Dosimetry/Modules/Worksheet/TRS398/Trs398Photon.aspx

신동오 [1] Have a nice day! User Information Logout

SITE INFO **WORKSHEET** **DOWNLOAD** **BOARD**

MENU

INSTITUTION

- Machine
- Calibration

WORKLIST

WORKSHEET

- APRIS-TG51
- Photon
- Electron(P.P.)
- Electron(Cy.)
- TRS-398
 - Photon
 - Electron

STATISTICS

- Statistics

IAEA-TRS398 Worksheet: High Energy Photon Beam

User: OHSO Date: 2005-02-21

1. Radiation treatment unit and reference conditions for Dw,Q determination

Accelerator: 2100C Nominal Acc Potential: 6 MV

Nominal dose rate: 240 MU min-1 Beam quality Q (TPR20,10): 0.666

Reference phantom: Water Set-up: SSD SAD

Reference field size: 10 cm x cm Reference distance: 100 cm

Reference depth zref: 10 g cm-2

2. Ionization chamber and electrometer ion.

Chamber model: PTW 30006/30013 Farmer Serial No.: 0443

Chamber wall material: PMMA a thickness: 0.057 g cm-2

Waterproof sleeve material: PMMA thickness: g cm-2

Phantom window material: thickness: g cm-2

Abs. dose-to-water calibration factor a N(d,w,Q) = 0.05336 Gy/cG Gy/rdg

Calibration quality Q0: Co-60 Photon Beam Calibration depth: 5 g cm-2

If Q0 is photons, give TPR(20,10): 0.0

Reference conditions for calibration P0: 101.3 kPa T0: 22.0 °C Rel humidity: 50.0 %

Polarizing potential V1: 400 V

Calibration polarity: +ve -ve Beam corrected for polarity effect

User polarity: +ve -ve Beam

Calibration laboratory: KPDA Date: 2004-09-07

Electrometer model: UNIDOS 10005 Serial no.: 50275

Calib. separately from chamber: yes no Range setting: Auto

If yes Calibration laboratory: Date:

3. Dosimetry reading b and correction for influence quantities

Uncorrected dosimeter reading at V1 and user polarity: 12.59 nC rdg

Corresponding accelerator monitor units: 100 MU

Ratio of dosimeter reading and monitor units: M1 = 0.126 MU nCMU rdg/MU

100.6 kPa T: 23.2 °C Rel humidity: 50.0 %

Electrometer calibration factor kabs: Ktp = 1.039

(ii) Polarity correction rdg at +V1: M+ = 12.590 rdg at -V1: M- = 12.590 nC/rdg dimensions

Kpol = 1.000

(vi) Recombination correction (two-voltage method)

Polarizing voltages: V1 (normal) = 400 V V2 (reduced) = 200 V

Voltage ratio V1/V2 = 2.000

Readings at each e V: M1 = 12.59 M2 = 12.57

Ratio of read. M1/M2 = 1.002

Beam type: pulsed pulsed_scanned

a0 = 2.337 a1 = -3.635 a2 = 2.299

Ks = 1.002

Corrected dosimeter reading at the voltage V1: M0 = 0.127 nCMU rdg/MU

4. Absorbed dose rate to water at the reference depth, zref

Beam quality cor. factor for user quality Q: 3.657 taken from From Table Specify

Dw,Q(zref) = 0.674 cGy/MU

5. Absorbed dose rate to water at the depth of dose maximum, zmax

Depth of dose maximum: zmax = 1.5 g cm-2

(i) SSD set-up

Percentage depth-dose at zref for a 10 cm x cm field size: PDD(zref) = 10 g cm-2 = 67.0 %

Absorbed dose rate at zmax: D(W,Q)(zmax) = 1.005 cGy/MU

(ii) SAD set-up

TMR at zref for a 10 cm x 10 cm field size: TMR(zref = g cm-2) =

Absorbed dose rate at zmax: D(W,Q)(zmax) = cGy/MU

Calc Clear Print

[Save]

Title KHMC 6MV X-Ray Calibration Save

Copyright(C) 2003-2004 KyungHee Univ. All rights reserved.

Fig. 5. Web-based IAEA TRS-398 worksheet for dosimetry protocol of a high energy photon beam.

QDOSIMETRY worksheet: (TRS-398 Electron) - Microsoft Internet Explorer

주소: http://www.dosimetry.or.kr/Dosimetry/Modules/Worksheet/TRS398/TRS398Electron.aspx

QDOSIMETRY

SITE DFG. WORKSHEET DOWNLOAD BOARD

MENU

INSTITUTION

Machine Calibration

WORKLIST

WORKSHEET

AAPM-TGS1 Photon Electron(P.P.) Electron(CyL)

TRS-398 Photon Electron

STATISTICS

Statistics

Worksheet for determination of the absorbed dose to water in an electron-beam

User: D.O Shin Ph.D. Date: 2005-02-19

1. Radiation treatment unit and reference conditions for D_{w,0} determination

Accelerator: Z100C Nominal Energy: 9 MeV

Nominal dose rate: 240 MU min⁻¹ Measured R50: 3.52 g cm⁻²

Reference phantom: water plastic Obtained from: Ionization dose curves

Reference field size: 10 cm x cm Reference SSD: 100 cm

Beam quality, Q(R50,W): 3.52 g cm⁻² Ref. depth Z(ref,W): 2.01

2. Ionization chamber

Ion chamber model: Roos Serial No.: 0545

Chamber wall/window material: PMMA Thickness: 0.118 g cm⁻²

Waterproof sleeve material: Thickness: 0.000 g cm⁻²

Phantom window material: Thickness: 0.000 g cm⁻²

Abs. dose-to-water calibration factor: N(D,W,Q0) = 0.08701 GyhC Gyrdg

Calibration quality Q0: Co-60 Electron beam Calibration depth: 0 g cm⁻²

If Q0 is electron beam, g_we R(50,W): 0.03 g cm⁻²

Reference conditions for calibration: P0: 101.3 kPa T0: 22.0 °C Rel humidity: 50.0 %

Polarizing potential V1: 400 V

Calibration polarity: +ve -ve Beam corrected for polarity effect

User polarity: +ve -ve Beam

Calibration laboratory: KFDA Date: 2004-09-07

Electrometer model: UNIDOS 10005 Serial no.: 50275

Calib. separately from chamber: Yes no Range setting: Auto

If yes Calibration laboratory: Date:

3. Phantom

Water phantom window material: Thickness: 0.000 g cm⁻²

Plastic phantom phantom material: Density: g cm⁻³

Depth scaling factor c_{pl}: Ref. depth Z(ref,p): g cm⁻³

Fluence scaling factor: h_{pl} =

4. Dosimetry reading and correction for influence quantities

Uncorrected dosimeter reading at V1 and user polarity: 12.40 nC rdg MU

Corresponding accelerator monitor units: 100 MU

Ratio of dosimeter reading and monitor units: M1 = 0.1240 nC/MU rdg/MU

(i) Electrometer calibration factor: K(IP) = 1.006

(ii) Polarity correction rdg at +V1: M+ = 12.40 rdg at -V1: M- = 12.40

(iii) Recombination correction (two-voltage method)

Polarizing voltages: V1 (normal) = 400 V V2 (reduced) = 200 V

Readings at each e V: M1 = 12.40 M2 = 12.40

Beam type: pulsed pulsed_scanned

Corrected dosimeter reading at the voltage V1: MG = 12.479 nC/MU rdg/MU

5. Absorbed dose to water at the reference depth, Z(ref)

Beam quality correction factor for user quality Q

If Q0 is Co60 K(Q, Q0) = 0.925

If Q0 is electron beam K(Q, Qinf) =

Use K(Q,Q0) derived from: Table Series of electron beam calib.

Calibration laboratory: Date:

D_{w,0}(Z(ref)) = MG * N(D,W,Q0) * K(Q,Q0) = 1.004 cGy/MU

6. Absorbed dose rate to water at the depth of dose maximum, Z(max)

Depth of dose maximum: Z(max) = 2.0 g cm⁻²

Percentage depth-dose at Z(ref) for a cm x cm field size: PDD(Z(ref)) = 2.01 g cm⁻² = 100.0 %

Absorbed-dose calibration of monitor at Z(max): D_{w,0}(Z(max)) = 100 * D_{w,0}(Z(ref)) / PDD(Z(ref)) = 1.004 cGy/MU

Calc. Clear Print

Fig. 6. Web-based IAEA TRS-398 worksheet for dosimetry protocol of a high energy electron beam.

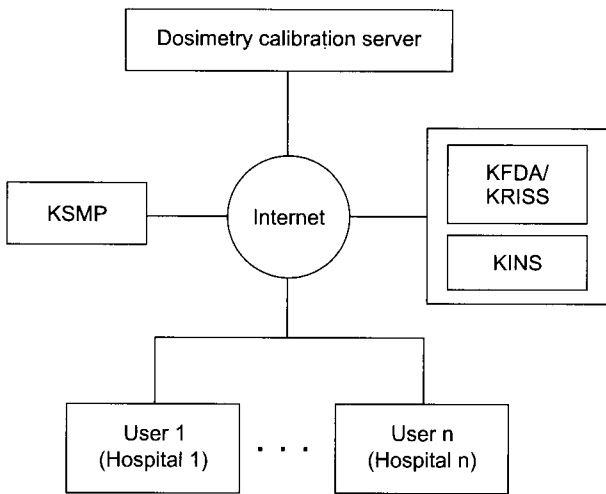


Fig. 7. Flowchart for Web-based dosimetry calibration system (KSMF: Korean Society of Medical Physics, KRIS: Korea Research Institute of Standards and Science, KFDA: Korea Food and Drug Administration, KINS: Korea Institute of Nuclear Safety).

량이 자동 계산되게 하였다. IAEA TRS-398의 경우 전자선에 대한 물 흡수선량 결정시 TG-51과는 달리 어떤 형태의 이온함 이든 같은 선량교정 작업서를 사용하게 되는 것이 특징으로 사용자가 선택한 선질에 따라 사용 가능한 이온함이 결정되게 되어있다. 즉, 명목상의 전자선 에너지가 10 MeV 미만의 경우 평행평판형 이온함을 이용하여 방사선치료기의 출력선량을 교정할 수 없다. 따라서 교정기관에서 교정 받은 원통형 이온함을 사용하여 전자선의 기준 선질에 대하여 평행평판형 이온함을 교차교정(cross calibration)하여 전자선의 출력선량을 교정하여야 한다.

이와 같은 절차로 결정된 물 흡수선량 결과는 Fig. 7과 같이 각각의 사용기관 또는 한 기관 내에 여러 대의 방사선치료기를 보유할 경우 이들 치료기에 대한 출력선량 측정 결과는 인터넷을 통해 방사선량 교정 시스템 서버에 접속이 되고, 이 결과 값은 데이터베이스에 저장되어 각 방사선치료기 또는 기관별 측정값을 상호 비교할 수 있다. 또한 웹(web)상에서 사용할 수 있으므로 온라인으로 관심 있는 의학물리학자들간의 선량 교정 결과에 대한 정보 공유뿐 아니라 국내 표준기관 및 규제기관과의 흡수선량 표준체계에 관한 정보를 신속하게 교류할 수 있을 것으로 기대된다. 이 선량교정 프로그램은 이전의 이들 두 종류의 프로토콜의 선량교정 작업서에 대하여 Visual C++

언어 대신 웹(web)상에서 사용이 가능하도록 C# 언어를 사용한 인터넷 기반 프로그램이다.

결 론

본 연구를 통해 개발된 프로그램은 인터넷을 기반으로 한 온라인 물 흡수선량 교정 프로그램으로 선량 교정 시 수작업에 의해 발생할 수 있는 실수나 오차를 줄이는데 도움이 될 수 있다. 또한 기준점에서의 물 흡수선량 교정 결과 및 물리적 인자를 데이터베이스화하여 기관별 및 방사선치료기기별 출력선량 및 물 흡수선량을 결정하는 물리적인 인자의 상호 비교 및 표준화 체계를 확립할 수 있을 것이다. 그리고 인터넷에서 규제, 권고, 표준 기관 및 사용자 기관의 선량측정 관련 자료를 통합하여 데이터베이스를 구축함으로써 교정관련 정보를 공유하고 선량측정 수준의 제고 및 정확성을 향상할 수 있을 것이다. 이러한 인터넷상에서 온라인으로 고 에너지 광자선과 전자선의 출력비교 교정이 가능하고, 통계처리를 할 수 있으므로 국내 실정에 적합한 새로운 개념의 물 흡수선량을 토대로 한 표준측정법 개발에 활용할 수 있을 것으로 기대된다.

참 고 문 헌

1. **한국의학물리학회**: 방사선량 표준측정법. 의학물리 2:37-105 (1991)
2. **AAPM Task Group 21**: A protocol for the determination of absorbed dose from high-energy photon and electron beams. Med Phys 10:741-771 (1983)
3. **IAEA Technical Report 277**: Absorbed dose determination in photon and electron beams. An international code of practice. Vienna, Austria, International Atomic Energy Agency (1987)
4. **AAPM Task Group 51**: Protocol for clinical reference dosimetry determination of high-energy photon and electron beams. med phys 26:1847-1870 (1999)
5. **IAEA Technical Report 398**: Absorbed dose determination in external beam therapy. An international code of practice for dosimetry based on standards of absorbed dose to water. Vienna, Austria, International Atomic Energy Agency (1987)
6. **신동오, 박성용, 지영훈 등**: 고 에너지 광자선의 표준측정법에 대한 선량 교정 프로그램 개발. 대한방사선종양학회지 20:381-390 (2002)
7. **신동오, 김성훈, 박성용 등**: 물 흡수선량 표준에 기반한 선량 교정 프로그램 개발. 의학물리 14:175-183 (2003)

Development of Web-based Dosimetry Calibration Program for High Energy Radiation

Dong Oh Shin*[†], Dongho Shin[¶], Sung Hoon Kim^{||}, Sung Yong Park[¶],
Won Seop Seo[§], Hee Kyung Ahn[†], Jin Oh Kang*, Seong Eon Hong*

Departments of *Radiation Oncology, [†]Medicine, [¶]Anatomy, [§]Neurosurgery, College of Medicine, KyungHee University, Department of Radiation Oncology, ^{||}College of Medicine, Hanyang University, [¶]Proton Therapy Center, National Cancer Center

Absorbed dose dosimetry protocols of high energy photon and electron beams, which are widely used and based on an air kerma calibration factors, have somewhat complex formalism and limitations for improving dosimetric accuracy due to uncertainty of the physical parameters used. Recently the IAEA and the AAPM published the absorbed dose to water-based dosimetry protocol. In this work web-based dose calibration program for IAEA TRS-398 and AAPM TG-51 protocols were developed. This program developed using the Visual C# language can be used in the internet. User selectable dosimetry protocol on the web allows the absorbed dose to water data of the two protocols at a reference point to be easily compared, and enables to conveniently manage and understand the current status of the dosimetry calibration performed at participating institutions in Korea. This program and the resultant database from the web-based calibration can be useful in developing new dosimetry protocols in Korea.

Key Words: Absorbed dose to water calibration, Dosimetry protocol, Photon, Electron, Web-base