



Title	新しい可視化可能な高感度化学線量計の有用性-血液照射等への応用-
Author(s)	関根, 広; 滝上, 誠; 吉沢, 幸夫 他
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1999, 59(11), p. 526-528
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/16448
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

新しい可視化可能な高感度化学線量計の有用性 — 血液照射等への応用 —

関根 広¹⁾ 滝上 誠²⁾ 吉沢 幸夫²⁾ 名竹 孝志²⁾ 兼平 千裕¹⁾

1) 東京慈恵会医科大学放射線医学講座 2) 同アイソトープ実験施設

Usefulness of Visualized Highly Sensitive New Chemical Dosimeter: Application to blood irradiation

Hiroshi Sekine¹⁾, Makoto Takiue²⁾,
Yukio Yoshizawa²⁾, Takashi Natake²⁾
and Chihiro Kanehira¹⁾

In the prophylaxis of post-transfusion GVHD, it is recommended to irradiate blood components with an absorbed dose ranging from 15 Gy to 50 Gy. We applied a new chemical dosimeter to measure absorbed dose for blood irradiation. This system is composed of diphenyliodoniumchloride (DICI) as an oxidizer and crystal violet lactone as a pH indicator. Protons are released from DICI after irradiation. The maximum absorption wavelength of this indicator is 610 nm, and absorbance is linearly related with a given dose from 1 to 50 Gy. Coloration is stable for at least 2 weeks when stored in the dark at 4°C. This system may be used as a chemical dosimeter for blood irradiation.

Research Code No.: 203

Key words: Blood irradiation, Chemical dosimeter,
Functional dye

Received Feb. 16, 1999; revision accepted May 14, 1999

1) Department of Radiology, Jikei University School of Medicine

2) Radio-isotope Research Center, Jikei University School of Medicine

はじめに

輸血の副作用として移植片対宿主病(GVHD)が注目されて以来¹⁾, 厚生省から輸血製剤への放射線照射を促す指示が出された。曖昧な根拠の元に, 推奨される輸血製剤の吸収線量は15~50Gyと大きな幅がある²⁾。吸収線量を指示するインジケータが開発されているが, 輸血バックごとに使用することは高価で不経済なため実用化されていない。さらに, 線量の変化に対する色調の変化量が不明瞭な点も不満であった。

最近, 大阪府立大学のグループは高感度放射線感応物質の開発に成功した。オニウム塩である塩化ジフェニールヨードニウム(DICI) ($(C_6H_5)_2ICl$, MW316.57)は紫外線の照射により H^+ を発生する³⁾。したがって, X線や γ 線照射によってもDICIから H^+ が発生することが期待できる。眼視では H^+ 発生の有無は確認できないため, 可視化させるためにpH変化によって発色する色素物質クリスタルバイオレットラクトン(CVL) ($C_{26}H_{29}N_3O_2$, MW415.54)を添加している。この系は, およそ1Gy以上の吸収線量により青く発色し, それを眼視等で確認できると報告されている。このため本研究では, 線量計としての試料調製が容易で試薬が安価等の理由から, この系に対し血液照射のインジケータとしての可能性を検討した。

対象と方法

一般に線量計として要求される特性を以下の5項目について検討した。

(1)線量, 線量率を広くカバーでき, 放射線エネルギーによる感度依存性がない。(2)再現性, 精度が良い。(3)照射雰囲気(温度, 湿度, 光など)に依存しない。(4)照射後の変化が少ない。(5)測定手続きが簡単である。

光分解し H^+ を供給する物質としてDICI 20mmol/l, 発色剤として色素物質CVL 1mmol/lを用い, 酸の安定性を保つ目的で, エタノールまたはクロロホルムを溶媒とした。なお, 色素物質としてチモールブルー(TB), プチールクレゾールグリーン(BCG)も検討した。

照射は γ 線(ガンマセル3000, 3Gy/min), 10MV X線または12MeV電子線(Linac X線発生装置)を用いて, 1Gyから50Gyまでの段階的な線量で行った。なお, ガンマセル3000の線量校正はフリッケ線量計を, Linacの線量校正は指頭型電離箱線量計を用いて行った。X線照射はビルドアップを考慮して2.5cmのボラスを用いた。

結 果

以下は γ 線照射の結果である。DICI + BCG/エタノールでは15Gyまでの照射で, 眼視による色変化は認められなかった。DICI + TB/エタノールでは線量の増加に従って赤紫色が淡色化した。DICI + CVL/エタノールでは15Gyまでの照射で透明から青色へ濃色化した。DICI + TB/クロロフォルムでは15Gyまでの照射で橙色から紫色に変色した(Fig. 1)。

Fig. 2にDICI + CVL/エタノールを1~35Gyまで γ 線照射したときの吸光スペクトルを示す。最大吸光度は610~620nmの波長域にあることが確認された。そこで, 波長610nmにおける50Gyまでの線量-吸光度曲線を求めた結果(Fig. 3), 両者の関係は線量を y , 吸光度を X とすると

$$y = 47.527X + 0.017$$

の一次回帰により近似でき, 吸光度より吸収線量が求められる。また, 10MV Linac X線および12MeV電子線により照射したときの線量-吸光度曲線を求めたところ, X線照射では γ 線照射と同様な吸光度を示したが, 電子線照射では線量の増加に伴い, 吸光度の増加は緩徐であった。

DICI + CVL/エタノールを明所室温保存した場合は, 反応が自然に進行し, ブランクとしての吸光度が増加する。したがって, これ以後の実験はすべて遮光して行った。15Gy照射後, 4°Cの条件で2週間保存後に吸光度を測定したところ, 照射直後に測定した吸光度との差は認められなかった。しかし, 調製した試薬を4°Cに2週間保存した後に照射した場合, 吸光度の増加は線量に対し緩徐で, 応答性が低下していた。また, 照射後2週間暗所室温または37°Cで保存した場合には照射直後に測定した場合より吸光度が低下した。すなわち, 退色が観測された。

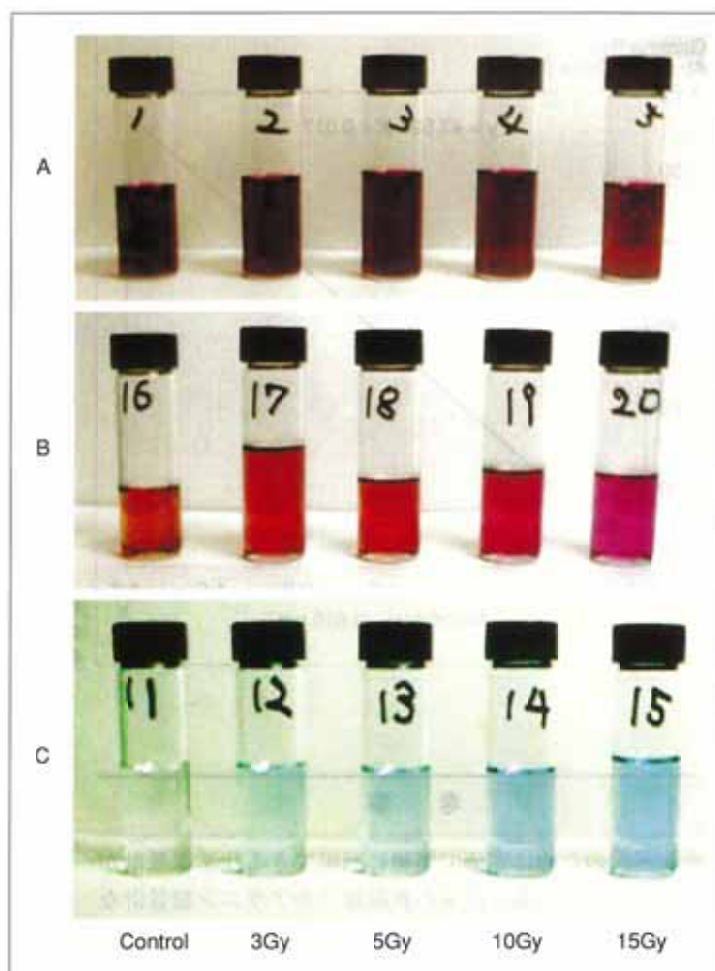


Fig. 1 Different chemical dosimeters irradiated from 1 to 15 Gy by gamma-rays. A: DICI and TB in ethanol, B: DICI and TB in chloroform, C: DICI and CVL in ethanol.

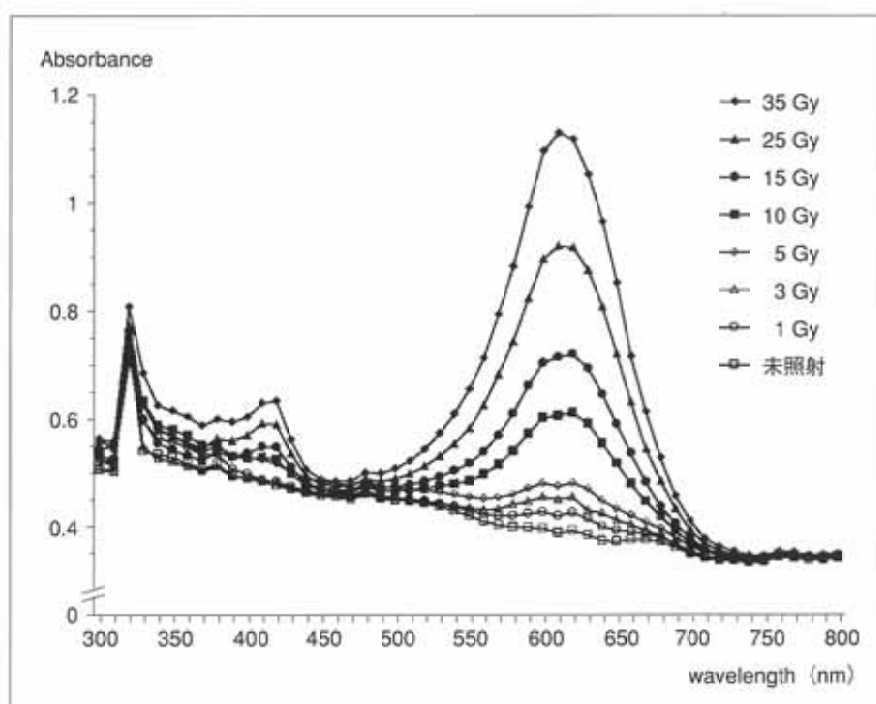


Fig. 2 Absorption spectrum of DICI and CVL in ethanol after irradiation from 1 to 35 Gy by gamma-rays.

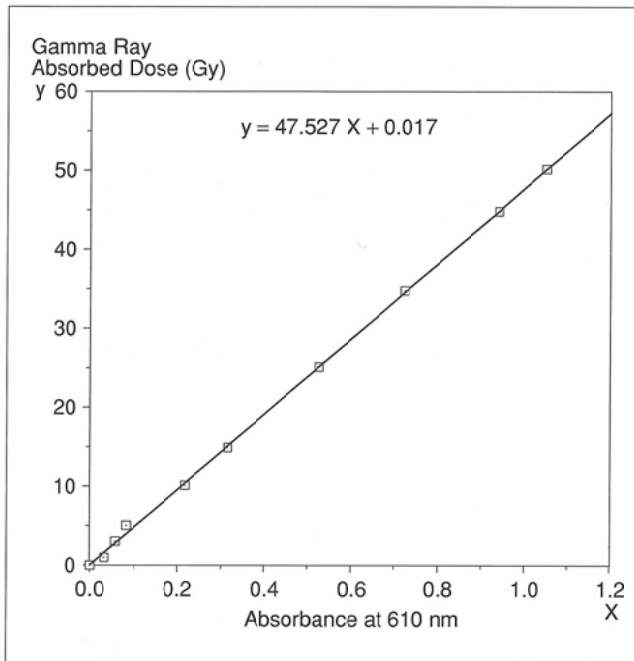


Fig. 3 Dose-absorbance relationship of chemical dosimeter with DICI and CVL in ethanol at 610 nm.

考 察

血液照射のために安価で簡便に利用できる化学線量計が現在模索されている。従来の鉄線量計やアラニン線量計などは 10^2 Gy以上の大線量でないと応答しない点や、眼視では色変化が確認できない等の欠点があり、利用できない。今回検討した化学線量計は、血液照射の線量域で眼視による照射の確認が可能である。特にDICI+CVL/エタノールは、眼視により色相の変化が観察でき、さらに簡便な分光光度計により一定波長のみの吸光度の測定から容易に線量を評価できる点で優れている。

本研究で検討した化学線量計は安価であり、かつ血液照射での線量を簡便に指示するインジケータになり得るもの

と考える。しかし、血液バックと共に廃棄可能なテープやフィルム状線量計の使用感と異なる等の問題点も有している。また、試薬が光や温度の影響を受けやすいので、試薬の調製後、遮光低温保存し、照射後も輸血製剤を出庫するまでは遮光しておく必要がある。一方、この方法を利用すると、全身照射の線量測定などにも応用可能と考えられる。今回の検討では線量率の影響は調べることができなかったが、さらに安定した試薬の開発が望まれる。

なお、本研究はカシオ科学振興財団研究助成によって遂行されたことを付記するとともに、照射に協力いただいた慈恵医大附属病院放射線治療部ならびに輸血部に感謝いたします。

文 献

- 1) 関根 広, 後藤英介, 望月幸夫: 血液照射の意義—輸血とGVHD—, 癌の臨床 38(12):1390-1395, 1992
- 2) 関根 広: 血液照射(3)—照射の実際—, 臨床放射線 40

- (10):1147-1148, 1995
- 3) 中澄博行: 高感度な放射線感応物質の開発とその応用, Isotope News 535:2-3, 1998