

1. Mihin perustuu kliinisesti mielekäs vaatimus sädehoidon kokonaistarkkuudelle ja kuinka se on siirrettävissä sädehoitoprosessin eri vaiheisiin?
2. Lineaarineläöllisen aikatekijällä täydennetyt fraktiointimallin mukainen yhtälö ns. biologisesti efektiiviselle annokselle BED on

$$BED = N \cdot d \left( 1 + \frac{d}{\alpha/\beta} \right) - \frac{\gamma}{\alpha} (T - T_p)$$

missä  $N$  on fraktioannosten  $d$  lukumäärä,  $\alpha$ ,  $\beta$  ja  $\gamma$  kudosspesifisiä parametrejä.  $T$  on hoitoon kuluva kokonaisaika ja  $T_p$  kiihtyneen repopulaation alkamisaika. Oletetaan kasvaimelle  $\alpha/\beta = 10 \text{ Gy}$ ,  $\alpha = 0.35 \text{ Gy}^{-1}$ ,  $\gamma = 0.139 \text{ vrk}^{-1}$  ja  $T_p = 0$ . Oletetaan lisäksi, että hoitoa annetaan viitenä päivänä viikossa. Laske, kuinka pienillä kerta-annoksilla hoito ei enää hyödytä, eli kasvainsolujen repopulaatio kumoaa sädehoitovaikutuksen?

3. Määrittele käsitteet (6 x 1 p):

- (a) Kudon-ilmasuhte
- (b) Massajarrutuskyky
- (c) Sädehoitokentässä käytettävä kiila
- (d) Elektronikentän fotonikontaminaatio
- (e) NTCP
- (f) Varauksellisten hiukkasten tasapaino (eli CPE)

4. Veteen ( $w$ ) sijoitetulla pienellä ilmatäytteisellä ionisaatiokammion saadaan mittaustulos  $m$  (sähkövarausta). Siitä lasketaan lineaarikiihdyttimen fotonisäteilyn tuottama absorboitunut annos  $D$  kammion kohdalla kaavaa  $D_w = N_{D,w,Q} \cdot m \cdot k_{pT} \cdot k_r$  soveltaen, missä symboli  $N$  viittaa kalibrointikertoimeen ja  $k$ :t ovat korjauskertoimia.  $p$  viittaa paineeseen,  $T$  lämpötilaan,  $r$  rekombinaatioon ja  $Q$  säteilylajiin.

Selosta kaavan termien  $N$ ,  $m$ ,  $k_{pT}$  ja  $k_r$  fysikaalinen tausta. Miksi niitä tarvitaan ionisaatiokammion tehtävissä annosmittauksissa?

5. Intensiiteetti- ja muokatuksen sädehoidon periaate ja mahdollisuudet kliinisessä käytössä.
6. Kuvataan kasvaimen (tilavuus  $V_{\text{tot}}$ ) häviämistodennäköisyyttä kaavalla  $TCP = \exp(-N_0 s^n)$ , missä  $N_0$  on klonogeenisten yksiköiden määrä hoidon alussa,  $s$  klonogeenisten yksiköiden eloonjäämisosuus 2 Gy:n annoksella ja  $n$  on 2 Gy:n sädehoito-fraktioiden lukumäärä.

Jos kasvaintilavuus jaetaan kahteen yhtä suureen osaan  $V_1 = V_2 = V_{\text{tot}}/2$  ja niihin annetaan annokset  $D_1$  ja  $D_2$ , ja vaaditaan, että kasvaimen integraaliannos pysyy vakiona (eli  $\int_V D dm = \text{vakio}$ ), kuinka on  $D_1$  ja  $D_2$  jaettava osatilavuuksien välille, että TCP saa suurimman arvon?