

(1) 次の 1.から 10.までの放射線で(i) - (x)に当てはまるものの数字を全部あげよ。

(i)染色体 DNA を損傷する効果がある放射線はどれか。 4から10

(ii) 安全管理のために、シーベルト (Sv) の単位でその物理量を表すものはどれか。 5から10

1.電波(長波)、2.電波 (短波)、3.マイクロ波、4.紫外線、5.診断用 X 線、6.中性子線、7. α 線、8. β 線、9. γ 線、10.陽子線、11.レーザー光

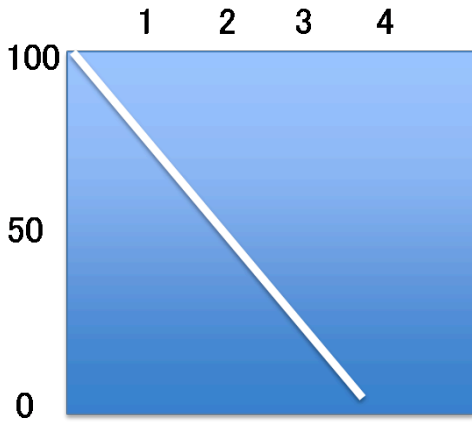
(2) 次の単位のうち、X 放射線の生物学的影響を推定するために最も適切なものはどれか。ヒント：X 線と α 線の両方の生物効果を統一して表現するのに、どのような単位が適当か？ 6

1. eV/m 2. eV 3. J/m 4. J/m² 5. Count per second 6. J/kg

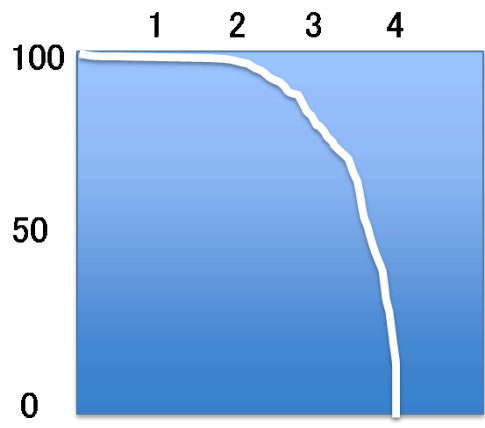
(3) 舌がんや子宮頸がんの小線源治療の場合には、電離放射線を放出するラジオアイソトープを腫瘍のなかに挿入する。ラジオアイソトープの量（放射能と呼ぶ）の単位は？（2）の選択肢のなかから1つ選べ。 5

(4) 水（身体）にベータ線と重粒子の平行束を照射した。横軸に身体表面からの深さ、縦軸にその深さの放射線の強さ（電子、重粒子の数）をプロットした下の図のなかから、ベータ線と重粒子に相応しい図を選択せよ。（ヒント：重粒子は1方向からのみ平行束を照射しても、深部の腫瘍に集中して放射線のエネルギーを吸収させることができる）

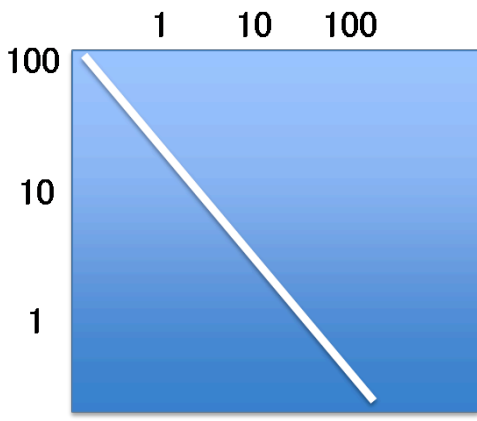
1



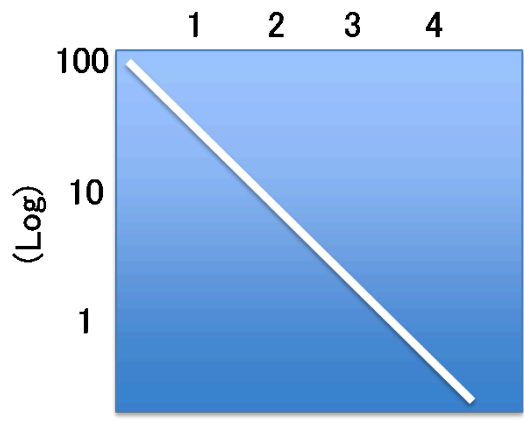
2



3

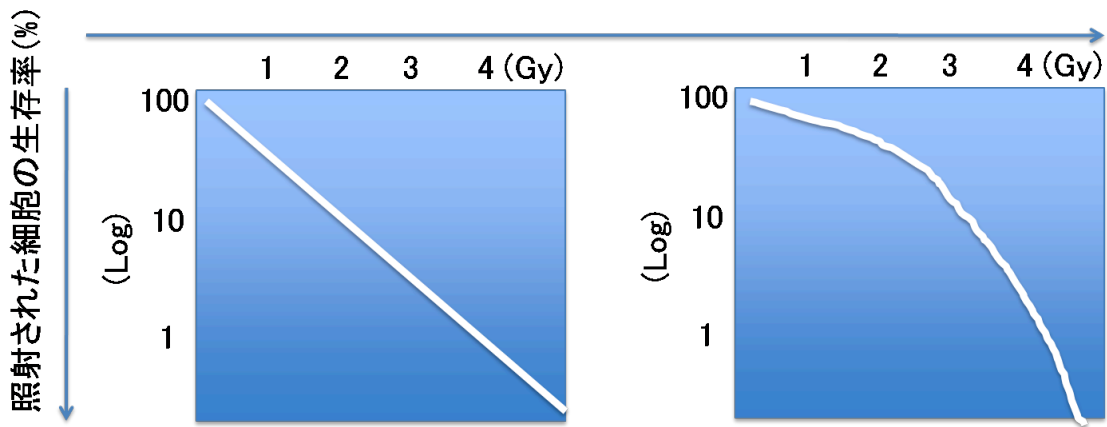


4



(5) 放射線には、飛跡によって密に電離できるタイプと、あまり密には電離できないタイプとがある。がん治療に使う放射線のなかで、重粒子は前者のタイプであり、X線は後者のタイプである。以下の記述のなかから間違ったものを1つ選べ。

1. うすく撒いた培養細胞に放射線をあて、その細胞の生存率を調べると、重粒子は左図、X放射線は右図のような生存曲線を示す。



2. X線は、1グレイ=1シーベルトであるが、1グレイの重粒子をシーベルトで表すと1より小さな値を示す。
3. X線の生物効果（がん細胞を殺す効果）は、酸素濃度の影響を、重粒子よりも受けやすい。
4. 重粒子は、ある一定の距離をしか透過せず、停止する直前に大量にエネルギーを放出する性質を持つ。
5. 重粒子はX線に比べて、間接作用によってDNAを切断（DNA周囲の原子を電離させて、DNAを切断）するよりも、直接的に切断する作用が強い。

2 グレイは、吸収線量の単位であり、電離の総量に比例。一方、シーベルトは、グレイに線質係数（各電離放射線の危険度）を掛け合わせた値。重粒子は、飛跡にそった電離の密度がX線よりはるかに高く、危険なので、1グレイの重粒子をシーベルトに換算すると、1より”大きな”値を示す。

(6) ^{239}Pu (プルトニウム) は、 α 線を放出する。 α 線は、生体のなかを最大、 $70\mu\text{m}$ しか飛ばない。以下の記述のなかから間違ったものを1つ選べ。

1. ^{239}Pu は、呼吸などによって体内に吸収されると、 α 線による被曝が危険である
2. ^{239}Pu は、皮膚の表面に付着すると、 α 線による被曝が危険である。
3. ^{239}Pu は、骨や肝臓に蓄積するので、それらの臓器からガンが発生しやすい。
4. ^{239}Pu は、自然界に存在しないアイソトープであるが、原子炉内では自然発生する。
5. α 線は、GM計数管（学生実習のときに使った卓上放射線測定器）の測定器のなかに侵入できないので、GM計数管では測定できない。

2 α 線は、皮膚の重層扁平上皮を透過できない。よって外部被曝は危険ではなく、内部被ばく（選択肢1）のみが危険。

(7) ^3H は、非常に弱いエネルギーの β 線を放出する核種である。それでラベルされた化合物、 ^3H -thymidine は、免疫学の分野において、リンパ細胞の活性化状態を評価するのに広く使われる試薬である。以下の記述のなかから間違ったものを1つ選べ。

1. ^3H -thymidine は、リンパ細胞のなかで合成される mRNA をラベルする。
2. ^3H -TTP は細胞膜を通過できないが、前駆体の ^3H -thymidine は通過できる。
3. ^3H からの β 線は、ある一定以上の距離を飛ばない。
4. オートラジオグラフィー (^3H -thymidine を取り込ませた細胞や組織を X 線フィルムなどで感光させること) によって、ラベルした分子の、試料における位置を特定するのに使える。
5. ^3H からの β 線は、GM 計数管では測定できない。

1 ^3H -thymidine は、複製中に DNA をラベル。 ^3H からの β 線は最大 $6 \mu\text{m}$ しか飛ばないので、オートラジオグラフィーに最適。

(8) 以下のなかで、正しい文章はどれか。正解を 1 つ選べ。

1. 分裂頻度の低い細胞ほど、放射線感受性は高い (放射線被曝すると死にやすい)。
2. 再生能力の低い細胞ほど、放射線感受性は高い。
3. 未分化な細胞ほど、放射線感受性は高い。
4. 身体のなかのがん組織は、糖代謝が活発であり、酸素分圧が周囲の正常組織と比べて高めである。
5. 正常組織のなかでも、大脳皮質の神経細胞は特に放射線感受性が高い

3 がん組織は、周囲の正常組織からの毛細血管の侵入が起こりにくいで、低酸素。神経細胞は、放射線に強い。100 グレイ急性被曝して、はじめて、神経細胞の大量死による痙攣で死ぬ。

(9) 染色体分析について間違った記述を 1 つ選べ。

1. 染色体 1 本の長さは、平均 10^8 塩基である。
2. 固形腫瘍は、そこから採取した細胞を培養中に細胞分裂させることが事実上できないので、染色体分析は診療の現場で使われていない。
3. M 期の最後の細胞質分裂を薬品で抑制して、M 期の細胞を濃縮し、2 本に分かれた状態の姉妹染色分体を観察する。
4. 血液幹細胞ががん化する慢性骨髄性白血病の診断に非常に有効である。
5. 先天性疾患の診断に有用である

3 紡錘体を破壊する薬品を入れて、姉妹染色分体が、2 本結合したまま

の状態形態観察する。

(10) ダウン症（第21染色体トリソミー）について間違った記述はどれか。

2つ選べ。

1. 健常人の親から遺伝するタイプのダウン症はない。
2. 母親が40歳だと、その子供の発症率は約1/40である。
3. 受精後ごく初期の染色体分配が正常に起こらないことによっても発症しうる。
4. 主な原因は、卵の減数分裂時の染色体の不分離である。
5. 心臓奇形、知的発達の遅れ、臍帯ヘルニアをしばしば伴う。
6. 第21染色体は、他の染色体に比べて、染色体分配の異常がたいへん起こりやすい。

1、6 第21染色体と他の染色体とが融合した染色体を持つダウン症の保因者がいる。他の染色体で発生したトリソミーは致死。第21染色体モノソミーも致死。

(11) 性染色体の不活性化について、正しい記述を2つ選べ

1. 成人の造血幹細胞では、例外的に、不活性化は起こっておらず、分化が始まった初期に一方が不活性化される。
2. 女性のX染色体DNAの不活性化は、通常、父親由来のX染色体でおこる。
3. 男性では、常染色体に比べてX染色体がタイトに折れ畳まれておりX染色体にコードされている遺伝子の発現（転写）レベルがきわめて低い
4. X染色体の不活性化は、胎児期におこる。
5. X染色体にコードされた色覚遺伝子の片方の対立遺伝子に変異がある女性では、ごく軽症の色覚異常が顕われる。

4、5 女性では、X染色体の不活性が胎児期にランダムに起こる。

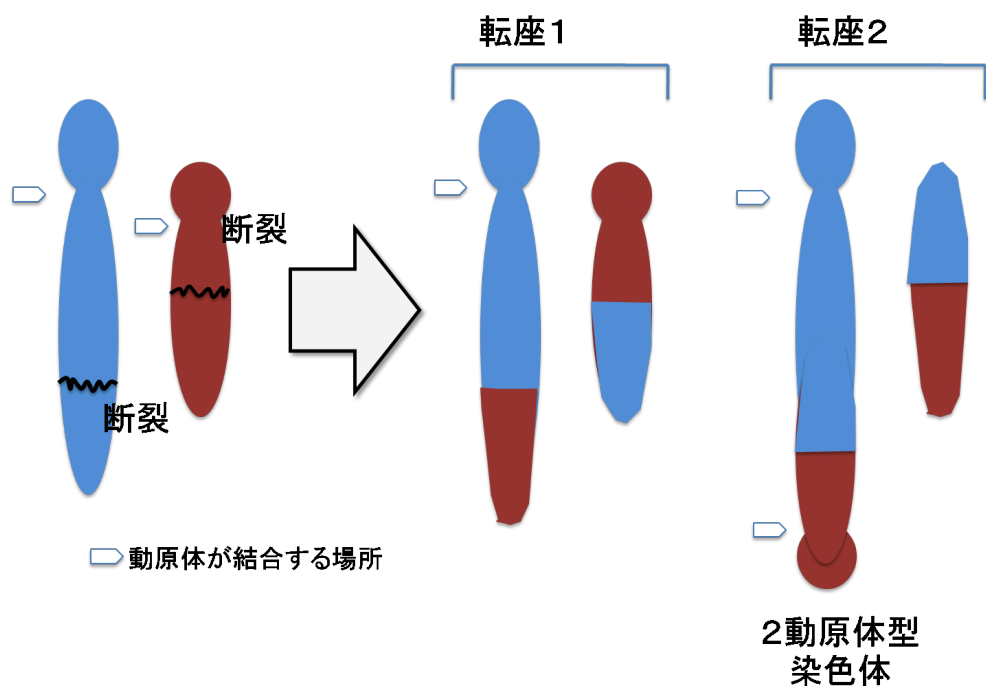
(12) 減数分裂（Meiosis）について、間違った選択肢を1つ選べ

1. 第2減数分裂時に相同染色体（母親由来の染色体と父親由来の染色体のペア）間で染色体あたり平均2-3回の頻度で交差（Crossover）がおこる

2. 減数分裂では、2本の相同染色体の分配 (Segregation) は、各染色体毎に全くランダムにおこる
3. ヒトの卵形成に伴う減数分裂において、10%の頻度で染色体の不分離 (Non-disjunction, 染色体分配の異常) がおこる。その結果、生じた卵の染色体数は23本でなくなる
4. 思春期以降の男性は、精子前駆細胞の体細胞分裂→第1減数分裂→第2減数分裂が連続的に継続する
5. 卵の第1減数分裂は、胎内で開始されて、その後排卵まで10年以上停止する

1. 第2減数分裂ではなく第1減数分裂時に、相同染色体の組み換え (交差) がおこる

(13) 染色体転座 (chromosomal translocation) の原因は、2種類の染色体に同時に断裂が発生した後、間違った組み合わせで修復されることである (図参照)。転座について、間違った記述を1つ選択せよ。



1. 図のなかの転座1を相互転座と呼ぶ
2. 転座の結果、新たに生じた1つの染色体のなかの2カ所に動原体 (染色体と紡錘体とを連結する構造物) が結合するようになった2動原体型染

色体は、細胞分裂後も安定に保持される

3. 染色体転座の検出は、白血病の診断に有効である
4. 大量の放射線を全身被曝した患者さんの被曝量の推定に、末梢血細胞の染色体転座を調べることが役立つ
5. 染色体転座の結果、ダウン症の保因者になることがある

2. 2動原体型染色分体には、M期において両極から由来する2本の紡錘体が結合し、それらが反対方向に1本の染色分体を引っ張ることがある。その結果、ちぎれてしまうので、細胞分裂中に無くなってしまう。

(14) 細胞の死には、自殺 (apoptosis) と”他殺” (細胞の内容物が周囲に漏出することによって、腫れと痛みを伴う炎症反応がおこる) とがある。次の選択肢のなかで、他殺による細胞死はどれか？ 1つ選択せよ。

1. DNA 損傷チェックポイントの活性化による細胞死
2. 脳血管の閉塞による神経細胞の死
3. 放射線照射された培養細胞の死
4. 培養細胞の培養液から増殖因子を除去した場合におこる細胞死
5. シスプラチンによるがん細胞の死

2

(15) ヌクレオチド除去修復の遺伝的欠損について正しいものを1つ選べ。

1. DNA 鎖間の組換えにより、DNA 障害を修復する。
2. 欠損すると胎生致死になる。
3. ブルーム症候群の原因になる。
4. 染色体分析により確定診断する。
5. 日光に過敏になり、皮膚癌を発症することがある。

5

(16) 紫外線について間違っている記述はどれか？ 2つ選べ。

1. 紫外線の身体への変異原性を評価する時には、J/kg の単位が使われる。
2. コケイン症候群では高感受性である。
3. 色素性乾皮症では高感受性である。
4. 二重鎖切断を主に誘導する。
5. X 放射線にくらべて、はるかに大量の損傷が起こらないと細胞死が誘導されないので、発がん作用は強い。

1と4 紫外線（透過力が弱い）の単位は、 J/m^2 の単位。チミジン2量体ができる。紫外線照射細胞は大量の損傷（その結果おこる点異変）を持つ細胞が生き残ることが問題。

(17) 目に起こる障害について、正しい組み合わせはどれか？1つ選択せよ

1. X線-白内障（レンズの白濁）、紫外線-白内障
2. X線-白内障、紫外線-角膜の障害
3. X線-白内障、紫外線-網膜の障害
4. X線-網膜の障害と白内障、紫外線-白内障
5. X線-網膜の障害と白内障、紫外線-角膜の障害

2 紫外線は、透過力は低い（透明な組織であっても）。障害は眼の表面だけ。

(18) 次の疾患のなかで20歳頃から智能低下などの精神神経症状が顕在化してくる疾患を1つ選べ。

1. 色素性乾皮症 (XP)
2. コケイン症候群
3. 毛細血管拡張性運動失調 (Ataxia telangiectasia)
4. ブルーム症候群
5. ファンconi貧血

1 コケイン症候群は、もっと早くから知能の発達異常と老化の症状ができる。ヌクレオチド除去修復（その欠損がXPの原因）は、UV損傷のみならず酵素ラジカルによるDNA損傷も修復する。

(19) 生体内で起こるDNA損傷について正しいものを2つ選べ。

1. 放射線、その他の有害物質から完全に隔離して飼育できれば、DNA修復能が完全欠損した変異マウスも、正常と変わらず成育する
2. 2重鎖切断が修復されないまま、M期を開始すると、切断部位より遠位部の染色体が欠失することがある
3. 体細胞に生じた変異は、稀に子に遺伝することがある
4. ヒトでは1日にゲノムあたり、2万個のAP部位（塩基が脱落する）ができる
5. 大腸菌にはDNAを切断する酵素が存在するが、ヒトでは存在しない

2, 4 染色体 DNA には、生理的条件下でも大量の損傷が発生している。したがって、DNA 修復能が完全欠損すると、細胞レベルで致死。リンパ細胞でおこる DNA 組み換え（利根川博士がノーベル賞を受賞した発見）や減数分裂の組み換えの反応は、酵素が染色体 DNA を切断して開始される

(20) 放射線照射によって生じた 2 重鎖 DNA 切断は、相同組み換えと非同末端結合という 2 つの修復経路によって修復される。これらの 2 重鎖切断修復経路について間違った記述を 1 つ選択せよ。

1. 相同組み換えは、修復反応であり、減数分裂時の相同組み換えも含めて、必ず DNA 損傷（例、2 重鎖切断）から始まる。
2. 相同組み換えは、複製中に一方の姉妹染色分体で 2 重鎖切断が生じたときに、もう片方の損傷のない姉妹染色分体を鋳型にして、その 2 重鎖切断を修復する。
3. DNA を損傷するタイプの抗がん剤によって複製が停止したときに、がん細胞は相同組み換えを使って、その複製停止を解除する
4. 体細胞分裂のときでも、 G_1 期において放射線照射したときに生成する 2 重鎖切断を、非同末端結合が修復するだけでなく、相同染色体どうしで相同組み換えも修復する。
5. 非同末端結合が先天的に欠損した患者さんは、放射線に感受性だけでなく、免疫不全になる。

4 この問題はできなくても良い。非同末端結合は、利根川先生が発見されたリンパ細胞の抗体遺伝子生成（VDJ DNA 組み換えと呼ぶ）にも必須。相同組み換え（姉妹染色分体間）は、複製中に生じた 2 重鎖切断（致死的、分裂あたり数個発生）を修復し、細胞増殖には必須である。健常なヒトでも、常染色体劣性の変異をヘテロ（保因者）の状態数十のオーダーで持つ。このヘテロの状態が、相同染色体どうしが組み換えによって、ホモ欠損になりうる。これを防ぐために、相同染色体どうしが組み換えは、体細胞ではめったに起こらない。

(21) DNA 複製について間違った記述を 1 つ選べ

1. 複製ポリメラーゼは、紫外線によって生じた損傷部分を鋳型鎖として DNA 合成できない

2. ヒト細胞は、複製ポリメラーゼよりも約3桁エラー（点変異）を起こしやすい特殊な DNA ポリメラーゼ（損傷乗り越え DNA ポリメラーゼ）を複数種類持つ
3. 複製ポリメラーゼのエラー率は 10^{-6} /塩基である。そして、間違っ取り込まれた塩基をミスマッチ修復経路が修正する結果、最終的な、DNA 複製のエラー率は複製あたり約 10^{-8} /塩基である。
4. 損傷した鋳型鎖において複製ポリメラーゼが複製を停止したときに、損傷乗り越え DNA ポリメラーゼが損傷した DNA を鋳型鎖にして、数塩基 DNA 合成する。その後、再度、複製ポリメラーゼにバトンタッチする。
5. 紫外線などの外的要因で DNA を損傷すると、複製停止を解除する経路（相同組み換えと損傷乗り越え DNA ポリメラーゼ）に關与するタンパク分子が発現誘導される。

5 染色体 DNA は、ふだんから酸素ラジカルや代謝産物によって大量の損傷が生じている。これらを修復するために、修復経路や複製停止を解除する経路は、常に ON の状態になっている。環境と直接向き合っている単細胞生物では、外的要因で DNA を損傷した場合に、修復機構が発現誘導される。しかし多細胞生物では、このような発現誘導はない。この問題はできなくてもよい

(2 2) シスプラチンは、ガンの化学療法に広く使われる治療薬である。2重鎖間や片方の鎖の2つの隣りあった塩基間において、白金からなる共有結合（クロスリンク）を形成する。間違った記述を1つ選択せよ。

1. シスプラチンによる DNA 損傷は、DNA 複製をブロックする
2. 急性の副作用がきわめて少ない、ある種の腫瘍のみを選択的に殺す分子標的薬である
3. 白血病やある種の固形腫瘍の治療によく使われる
4. シスプラチンは、強い変異原性をもつ
5. 常染色体劣性遺伝する遺伝病で高発がんのファンコニ貧血の患者がシスプラチンに対して高感受性である。

2. シスプラチンは増殖細胞を無差別に殺す毒薬である

(2 3) p53 タンパク分子について間違った記述を1つ選べ。

1. 転写因子であり、アポトーシス誘導に關与している。
2. ヒトの悪性腫瘍の約半数において、p53 が機能していない。

3. p53 遺伝子をホモで欠失する個体は、高発がんである。
 4. 片方の対立遺伝子に変異が入っただけで、その細胞がすぐになん化する。
 5. DNA 損傷チェックポイントにおいて重要な機能を持つ。
- 4 片方の対立遺伝子に変異が入っただけで、その個体は高発がんである (大量の細胞分裂中に、ごく一部の細胞で正常な方の対立遺伝子にも変異が入って、p53 を完全に欠損することによる)、であったら正しい記述。細胞は、p53 を完全に欠損した時に、その発がん率が大きく上昇する。

(2 4) 毛細血管拡張性運動失調 (Ataxia telangiectasia)、およびその原因遺伝子 ATM について、間違っている記述を 1 つ選べ。

1. ATM 遺伝子はキナーゼをコードしており、その基質の一つは p53 である。
 2. ATM は、主に紫外線照射によって活性化し、DNA 損傷の検出因子として働く。
 3. AT の患者さんでは、進行性の小脳変性が起こり、歩行不能に陥る。
 4. AT の患者さんでは、ガンが発症しやすい。
 5. ATM 遺伝子によってコードされるキナーゼは、カフェインによって阻害される。
- 2 “ATM は、X 線照射によって生じた 2 重鎖切断部位で活性化し” が正しい

(2 5) DNA 損傷チェックポイントについて正しい記載を 1 つ選べ。

1. チェックポイントが十分機能しないガン細胞は、変異を蓄積しやすい。
2. チェックポイントが異常になっている遺伝病は知られていない。
3. DNA 損傷チェックポイントが活性化されても、損傷が治されないでいると、ネクローシスが誘導される。
4. DNA 損傷チェックポイントが活性化すると、細胞は、分裂を停止し Go 期とどまる。
5. DNA 損傷チェックポイントが活性化するには、DNA 二重鎖が約 10 カ所以上で切断されている必要がある。

1 DNA 損傷チェックポイントが活性化すると、S 期や M 期の直前で細胞分裂が一時停止する。DNA 二重鎖切断は、たった 1 カ所発生するだけで、DNA 損傷チェックポイント (アポトーシス=細胞自殺のプログラム) を活性化でき

る。

(26) 悪性腫瘍について間違った記述を1つ選べ

1. 悪性腫瘍では、紡錘体チェックポイントの機能が完全でないことが多い。その結果、腫瘍を構成する各細胞の染色体数が異なっている (Aneuploidy) ことが多い
 2. 放射線治療や DNA を損傷するタイプの化学療法 (例、シスプラチン) は、生き残ったがん細胞に大量の変異を誘導することにより、2次発がんの原因になる
 3. がんや白血病は、時間の経過とともに、腫瘍を構成する各細胞の性質が多様化するので、抗がん剤が効かなくなる細胞の出現頻度が増加する
 4. 多くの悪性腫瘍では、DNA 損傷チェックポイントが機能低下した結果、たくさんの DNA 損傷があっても、細胞死が起こりにくい
 5. 網膜細胞芽腫の原因遺伝子、RB は、細胞が新たに分裂周期に入るか否かを決定するチェックポイントに関与する。RB^{-/-}の患者は高頻度に網膜細胞芽腫を発症し、RB^{+/+}と RB^{+/-}の人は同じ頻度で網膜細胞芽腫を発症する
5. RB^{+/-}の人の方が RB^{+/+}よりも、はるかに高い率で網膜細胞芽腫を発症する。RB^{-/-}は胎生致死。

(27) 次の組織・臓器のうち、X線 10Gy の全身被ばくを受けた場合、急性障害が発生するものをすべて選べ

- | | | | |
|-------|-------|-------|----|
| 1. 皮膚 | 2. 骨髄 | 3. 小腸 | 4. |
| 水晶体 | 5. 肺 | 1、2、3 | |

(28) 細胞分裂が休止期していても、放射線照射によって死にやすい細胞を2つ選択せよ

- | | | |
|-------------|---------------|--------|
| 1. 卵子 | 2. リンパ細胞 | 3. 肝細胞 |
| 4. 末梢血管内皮細胞 | 5. 中枢神経のニューロン | |

1, 2

(29) 治療しない場合の致死線量 (8 Gy) の X 線による急性被ばくの影響に

関する次の記述のうち、正しいものはどれか。1つ選べ。

1. 赤血球はアポトーシスを起こし、溶血性貧血になる。
2. リンパ数が最も減少するのは約1週間後である
3. 骨細胞が死滅し、骨粗鬆症が発生する。
4. 基底細胞層の細胞が死滅するので、皮膚が再生されず、潰瘍が形成される。
5. 造血細胞が死滅しているので、骨髄移植の際には組織適合型を気にする必要はない。

4 リンパ細胞は、放射線照射後にすぐに死ぬ。よって、末梢血の検査（リンパ細胞数）は、患者さんの被曝線量の推定に有効。組織融合型が合っていないと、移植組織由来のリンパ細胞が、移植された患者の組織を攻撃する。

(30) 成人が1シーベルト（胸部レントゲン撮影が0.05ミリシーベルト、胃透視が0.5ミリシーベルト）X線の被曝によって、一生のあいだに悪性腫瘍を発生する確率が自然発症率に比べて、どれくらい増加するか。適切な記述を1つ選べ。

1. 500倍、 2. 40倍、 3. 5倍、 4. 50%、 5. 5%

5 ただし、小児の場合には、成人に比べて、さらに約10倍高い。

(31) 広島の前爆被曝者について間違った記述はどれか？1つ選択せよ。

1. 被曝約2年後から白血病が増加し、約7年後にピークになり、その後、徐々に減少した。
2. 被曝の線量にほぼ直線的に比例して、発がん率が増加した。
3. 被曝の線量にほぼ直線的に比例して、次世代に遺伝疾患が増加した。
4. 臓器別の固形腫瘍の発症パターンは、自然発症の場合とほぼ同じである。
5. 被曝後30年あっても肺がんの発生率が被曝者の方が有意に高い。

3 動物実験では、生殖細胞がX線照射されることによって観察される、次世代の遺伝疾患の増加が、原爆被曝者では観察できない。その原因は不明。

(32) 放射線障害のしきい線量に関する次の記述のうち、正しいものを2つ選べ。

1. これ以上線量を高くしても障害の発生頻度が増加しない線量を指す。
2. 確定的影響に限って認められる。
3. 発生・成長の時期によって変動する。
4. 線量率（単位時間あたりの照射線量）が異なっても変動しない。
5. しきい線量以下の被曝では、発がん率の増加はないと考えてよい。

2、3 しきい値（threshold）の線量とは、症状を出現させる最小限の線量。確率的影響にはしきい値なし。少ない線量率（慢性的な被曝）では、症状が出現しにくい。

（33）胎内被曝の影響について正しい記述は次のどれか？（正解は1つとは限らない）

1. 妊娠0-2週の被曝では、小頭症を起こしやすい。
2. 妊娠8-15週の被曝では、二分脊椎症を起こしやすい。
3. 100 mSv以下の医療被曝では、妊娠3-7週の器官形成期の胎児においても奇形は起こらない。
4. 妊娠の可能性のある女性へのX線検査は、月経開始後10日め以降に行う。
5. 奇形の発生には閾値がなく、発生率は線量に応じて直線的に増加する

3 胎内被曝による奇形は、大量の細胞死が原因であり、しきい値以上の放射線が照射され大量の細胞死が起こらないと、顕れない。妊娠3-7週の器官形成期に奇形が起こりやすい。

（34）3時間前に4 Gyの放射線被曝した患者さんを診察することになった。正しいものを2つ選べ。

1. 嘔吐、下痢、頭痛、発熱が見られることがある。
2. 意識が清明であるので、外来で経過観察することにした。
3. 発がんの危険性があるので、腫瘍カウンセラーを紹介した。
4. 被曝数日から1週間後までは、自覚症状がない。
5. 血球の異常が現れるまで時間がかかるので、今の時点で血液検査をする必要はない。

1、4 アポトーシスによる細胞死であっても、それが一時に大量に起こると、すぐに、吐き気や発熱などの全身症状を引き起こす。その後、血小板が

大きく低下する 2-3 週間後まで自覚症状がなくなる。リンパ球数は被曝後すぐに減少。命が危険であり、専門病院への入院が必須。

(35) 全身被曝 6 時間後、被曝線量を推定するのに適当な検査を 2 つ選べ。

1. 染色体分析による断裂数のカウント
2. 末梢血中のリンパ細胞の数
3. 眼のレンズが白濁しているか否かの検査
4. 末梢血中の血小板の数
5. 胸部レントゲン写真

1, 2

(36) 次の臓器、組織の順番のうちで放射線に感受性の高いもの（死にやすい）から低いものへと順に並べたものはどれか。正しいものを全部選べ。

1. 脾臓 → 唾液腺 → 筋肉
2. 胎児の組織 → 脊髄 → 胃粘膜
3. 血管 → リンパ節 → 脂肪組織
4. 生殖腺 → 皮膚 → 骨
5. 脳 → 水晶体 → 骨髄
6. リンパ節 → 肝臓 → 骨髄

1, 4

(37) 半数の人が死ぬ線量（4-5 シーベルト）の全身被曝後、10 年たったときに見られる可能性の高い疾患の組み合わせはどれか？ 1 つ選べ。

1. 慢性腎炎と不妊
2. 白内障と肺繊維症
3. 再生不良性貧血（造血幹細胞の異常による貧血）と不妊
4. 再生不良性貧血と大腸炎
5. 不妊と脳壊死

3 肺繊維症、大腸炎、脳壊死は、放射線治療時に局所に大量被曝（数十シーベルト）したことによる副作用

(38) X 線による放射線治療について誤ったものはどれか。一つ選べ。

1. 根治照射では潜在的病巣に対して予防照射を行う
2. 姑息照射では肉眼的病巣に局限した照射を行う

3. 根治照射では姑息照射より総線量を多く、一回線量も多くする
 4. 姑息照射では急性障害の回避が重要である
 5. 姑息照射では一回大線量照射も可能である
- 3 根治照射では、総線量を多くするために、分割照射での一回線量はむしろ少なめにする。そして正常組織を被曝からできるだけ回復させながら、姑息照射よりもより多くの回数、分割照射する。姑息照射では患者さんの負担になる長期の入院を避ける。