

臨床工学技士国家試験/生体物性材料工学/医用材料/分野別/3. 相互作用（旧⑤、⑥）

38PM88 人工心肺による体外循環中に起こりうる生体反応はどれか。（2択）

- a. 溶血
- b. カプセル化
- c. がん化
- d. 石灰化
- e. 補体活性化

正解：a, e

解説：体外循環時であるので血液を介する、比較的短時間でおこる反応。補体活性化反応、血栓反応、初期炎症反応は早い。基本的な問題。

参照：「医用材料工学」（コロナ社）p. 64 図 4. 2

分野別：⑥生体反応

37AM90 医用材料を埋植したときに起こる急性局所反応はどれか。

- 1. アナフィラキシー
- 2. 血栓形成
- 3. 肉芽形成
- 4. 器質化
- 5. 石灰化

正解：2

解説：医用材料による生体反応を急性反応と慢性反応に分類した場合、急性反応として血栓形成反応、補体活性化反応、炎症反応、アレルギー反応が、慢性反応として組織修復反応（カプセル化と肉芽形成を含む）、石灰化反応、癌化反応が分類される。反応部位によって分類した場合、局所反応として血栓形成反応、補体活性化反応、炎症反応、組織修復反応、石灰化反応と癌化反応が含まれる。全身反応としては、アレルギー反応の他、毒性反応、ショック症状、臓器障害、催奇形成、免疫異常等が含まれるとの記述が、医療機器センター監修の臨床工学技士指定テキスト改訂第2版に掲載されている。

参照：「医用材料工学」（コロナ社）p. 62 第4章材料・生体相互作用と医用材料の生体適合性

p. 62 材料・生体相互作用と医用材料の生体適合性 p. 64 図 4. 2

分野別：⑥生体反応

37PM88 医用材料に対する血液凝固の促進反応で正しいのはどれか。(3 択)

- a. ヘパリンが作用する。
- b. クエン酸が関与する。
- c. カルシウムイオン
- d. プロトロンビンが活性化する。
- e. 第Xa因子が活性化する。

正解：c, d, e

解説：血小板の粘着は一次止血。血液凝固カスケードの活性化は二次止血。a)ヘパリンはアンチトロンビン III と結合しトロンビンの作用を抑制する。b)クエン酸はカルシウムイオンをキレート（捕捉）することで血液凝固を抑制。c)カルシウムイオンは凝固カスケードの酵素に働き血液凝固を促進する。e)第 X 因子が活性化し (Xa)、プロトロンビンをトロンビンに活性化し、トロンビンがフィブリノーゲン をフィブリンにすることで血液凝固が進む。

参照：「医用材料工学」(コロナ社) p. 68 血栓形成反応

分野別：⑤血液凝固

36PM89 血液と医療材料が接触したとき、最初に起こるのはどれか。

- 1. タンパク質吸着
- 2. 線溶系亢進
- 3. 赤血球凝集
- 4. 血小板粘着
- 5. 石灰化

正解：1

解説：血液は水の中にタンパク質と血球が分散した混合物であるが、医療材料と接触した際にはその中の量が多く拡散係数の小さな構成成分が表面へ吸着する。初期に起こることとし、先ずタンパク質が吸着し、そのタンパク質への血小板の粘着等が続く。凝固系タンパク質の吸着により凝固系の亢進、線溶系亢進が惹起する。

参照：「医用材料工学」(コロナ社) p. 62 4 章 4.1 材料と生体の相互作用とは p. 64 4.2 血漿タンパク質の材料表面への吸着

分野別：⑥生体反応

35AM89 材料と生体との相互作用において急性反応はどれか。(2 択)

- a. カプセル化

- b. 石灰化
- c. 肉芽形成
- d. 補体活性化
- e. ショック

正解：d, e

解説：医用材料による生体反応を急性反応と慢性反応に分類した場合、急性反応として血栓形成反応、補体活性化反応、炎症反応、アレルギー反応、慢性反応として組織修復反応（カプセル化と肉芽形成を含む）、石灰化反応、癌化反応に分類される。カプセル化、石灰化と肉芽形成は局所反応である。

参照：「医用材料工学」（コロナ社）p. 62 6 章材料・生体相互作用と医用材料の生体適合性 p. 64 図 4.2、 p. 78 4.4 補体活性化反応、p. 80 4.5 アレルギー反応、p. 82 4.6 炎症反応、p. 86 4.7 石灰化反応

分野別：⑥生体反応

35PM89 生体内における材料の劣化に影響しないのはどれか。

- 1. 活性酸素
- 2. 水の存在
- 3. 材料の組成
- 4. フィブリノーゲンの存在
- 5. 酵素反応

正解：4

解説：埋植した医用材料が生体から受ける影響についての問題で、このようなまとまった形で出題されたのは初めて。異物を生体の中に入れるので生体側から材料への何らかの影響は必ず起こるが、材料劣化に至る影響の大きさということで活性酸素、水、材料組成、酵素反応がフィブリノーゲン（吸着）よりも大きいと考えられる。炎症反応が起こればラジカルが発生しやすくなるし、ラジカルの発生は金属の腐食、高分子の分解に関与する。エステル結合やアミド結合等脱水縮合した材料の生体内での加水分解には水と酵素は必ず関与する。

参照：「医用材料工学」（コロナ社）p. 63 図 4.1

分野別：⑥生体反応

34PM89 埋植した材料に対する慢性局所反応で但しいのはどれか。（2 択）

- a. 血栓形成
- b. 肉芽形成
- c. 石灰化

- d. アナフィラキシー
- e. 補体活性化

正解：b, c

解説：医用材料による生体反応を急性反応と慢性反応に分類した場合、急性反応として血栓形成反応、補体活性化反応、炎症反応、アレルギー反応が、慢性反応として組織修復反応(カプセル化と肉芽形成を含む)、石灰化反応、癌化反応が分類される。石灰化と肉芽形成は局所反応である。

参照：「医用材料工学」(コロナ社) p. 64 図 4. 2 p. 82 4. 6 炎症反応、p. 86 4. 7 石灰化反応

分野別：⑥生体反応

33AM89 セルロースによる補体活性化の要因はどれか。

- 1. アセチル基
- 2. 水酸基
- 3. メチル基
- 4. 硫酸基
- 5. カルボニル基

正解：2

解説：セルロースは 5 個の水酸基 (-OH) を持つ環状型の β -D-グルコースが β (1→4) 結合した天然高分子である。従って、セルロースを素材とした透析膜は血液と接触すると、血液中に含まれる補体成分 C3b のチオエステルと反応し補体活性化が始まる。

参照：「医用材料工学」(コロナ社) p. 160 図 7. 28 β -D-グルコースの構造、p. 161 図 7. 30 セルロースの構造、p. 79 図 4. 17 C3b と水酸基の反応

分野別：⑥生体反応

33PM89 生体反応で正しい組み合わせはどれか。(2 択)

- a. 石灰化 ————— リン酸カルシウムの沈着
- b. 血栓形成 ————— トロンビンの活性阻害
- c. アナフィラキシー ———— T 細胞の活性化
- d. 血液凝固 ————— コラーゲンの分解
- e. 炎症 ————— マクロファージの浸潤

正解：a, e

解説：重要な問題。医用材料に対する血栓形成反応は血液凝固系因子を含むタンパク質の吸着から始まり活性化カスケードの重要なポイントであるトロンビンの活性化、フィブリンの形成と進む。血小板は RDG 配列を有するフィブリノーゲンやフィブロネクチンの吸着した材料表面に粘着しやすい。

参照：「医用材料工学」（コロナ社） p. 62 材料・生体相互作用と医用材料の生体適合性

分野別：⑥生体反応

32AM89 生体埋込材料に対する生体の慢性反応はどれか。（2 択）

- a. 石灰化
- b. 血液凝固
- c. アナフィラキシー
- d. 補体活性化
- e. カプセル化

正解：a, e

解説：生体へ埋め込んだ材料により起こりうる生体反応を問う問題で慢性か急性かが鍵。基本的で重要な問題である。

参照：「医用材料工学」（コロナ社） p. 64 図 4. 2

分野別：⑥生体反応

32AM89 医用材料に対する血栓形成反応で誤っているのはどれか。

- 1. タンパク質の吸着
- 2. 血小板の活性化
- 3. フィブリンの形成
- 4. トロンビンの活性化
- 5. ナトリウムイオンの放出

正解：5

解説：重要な問題。医用材料に対する血栓形成反応は血液凝固系因子を含むタンパク質の吸着から始まり活性化カスケードの重要なポイントであるトロンビンの活性化、フィブリンの形成と進む。血小板は RDG 配列を有するフィブリノーゲンやフィブロネクチンの吸着した材料表面に粘着しやすい。

参照：「医用材料工学」（コロナ社） p. 68 4. 3 血栓形成反応

分野別：⑤血液凝固

31PM89 抗血栓性をもつのはどれか。(2 択)

- a. リン脂質ポリマー
- b. セルロース
- c. ポリメチルメタクリレート
- d. コラーゲン
- e. セグメント化ポリウレタン

正解：a, e

解説： 抗血栓性を有するリン脂質ポリマーは細胞表面を模したものでタンパクの吸着を阻止し、血小板の粘着を弱める。セグメント化ポリウレタンはミクロ相分離構造を有し蛋白の吸着と変性を低くすることで抗血栓性を示す。

参照：「医用材料工学」（コロナ社）e) p. 45 セグメント化ポリウレタンの抗血栓性

分野別：⑤血液凝固

31AM90 医用材料に対する生体反応と関連する物質との組合せで誤っているのはどれか。

- | | |
|----------|-----------|
| 1. カプセル化 | コラーゲン |
| 2. 補体活性化 | アナフィラトキシン |
| 3. 石灰化 | リン酸カルシウム |
| 4. 血栓形成 | エラスチン |
| 5. 炎症 | ヒスタミン |

正解：4

解説：材料により起こりうる生体反応の原因又は結果を問う問題。1) カプセル化は線維芽細胞から産生されるコラーゲンによる材料表面の被覆化、2) アナフィラトキシンは補体活性化による急性全身反応、3) 血栓由来の組織内に生じる異所性石灰化は壊死細胞を起点としたリン酸カルシウムの沈着。4) エラスチンは動脈の中膜の主要タンパク質で外膜や基底膜のコラーゲンのような RGD 配列を持たないので、血小板の粘着が低いと思われる。5) ヒスタミンは肥満細胞等から分泌される炎症惹起物質である。

参照：「医用材料工学」（コロナ社）1) 炎症反応 p. 82、2) 補体活性化反応 p. 78、3) 石灰化反応 p. 86、4) 血栓形成反応 p. 68、5) 炎症反応 p. 82

分野別：⑥生体反応

30PM88 体内植込みによって起こる変化で材料側に起こるのはどれか。

- 1. 肉芽形成

2. 血小板活性化
3. 補体活性化
4. がん化
5. 腐食

正解：5

解説：生体に埋め込まれた材料が生体から受ける諸反応による変化を問う問題。

材料の変化に注目する。5)以外は生体側の変化（応答）である。金属材料は多かれ少なかれ腐食の影響を受ける。関連する過去問が多く、重要度は高い。

参照：「医用材料工学」（コロナ社）p. 62 材料・生体相互作用と医用材料の生体適合性、
p. 63 図 4.1 材料 - 生体相互作用と関与する因子

分野別：⑥生体反応

29PM90 急性全身反応はどれか。

1. 潰瘍形成
2. 肉芽形成
3. 石灰化
4. 補体活性化
5. 壊死

正解：4

解説：医用材料による生体反応を急性反応と慢性反応に分類した場合、急性反応として血栓形成反応、補体活性化反応、炎症反応、アレルギー反応が、慢性反応として組織修復反応（カプセル化と肉芽形成を含む）、石灰化反応、癌化反応が分類される。反応部位によって分類した場合、局所反応として血栓形成反応、補体活性化反応、炎症反応、組織修復反応、石灰化反応と癌化反応が含まれる。全身反応としては、アレルギー反応の他、毒性反応、ショック症状、臓器障害、催奇形成、免疫異常等が含まれるとの記述が、医療機器センター監修の臨床工学技士指定テキスト改訂第2版に掲載されている。

参照：「医用材料工学」（コロナ社）p. 62 材料・生体相互作用と医用材料の生体適合性、
p. 64 図 4.2

分野別：⑥生体反応

28PM88 人工血管を埋植したときの急性期に起こる反応はどれか。

1. 癒着
2. 肉芽形成

- 3. 石灰化
- 4. 異物排除
- 5. 血管増生

正解：4

解説：医用材料による生体反応を急性反応と慢性反応に分類した場合、生体側が受けるものとして急性反応は血栓形成反応、補体活性化反応、炎症反応、アレルギー反応が挙げられる。慢性反応は組織修復反応（カプセル化と肉芽形成を含む）、石灰化反応、癌化反応が挙げられる。1), 2), 3), 5)は慢性反応の範疇である。異物排除は急性期に強く表れる免疫応答であり、他の急性応答と密接な関係を有する。

参照：「医用材料工学」（コロナ社）第4章材料・生体相互作用と医用材料の生体適合性。

p. 62 材料・生体相互作用と医用材料の生体適合性 p. 64 図 4. 2

分野別：⑥生体反応

27AM89 生体へ埋植後、材料に生じうる反応はどれか。(2択)

- a. 腐食
- b. アナフィラキシー
- c. 溶血
- d. 壊死
- e. 加水分解

正解：a, e

解説：生体に埋め込まれた材料が生体から受ける諸反応による変化を問う問題。

材料の変化に注目する。b)、c)、d)は生体側の変化であることに注意。a) 金属材料は多かれ少なかれ腐食の影響を受ける。e) 有機材料の中には加水分解を受けるものが多い。

参照：「医用材料工学」（コロナ社）p. 62 材料・生体相互作用と医用材料の生体適合性

p. 63 図 4. 1

分野別：⑥生体反応

27PM89 体外循環時に起こりうる生体反応はどれか。(2択)

- a. 癌化
- b. カプセル化
- c. 血液凝固
- d. 補体活性化
- e. 石灰化

正解：c, d

解説：体外循環時であるので血液を介する、比較的短時間でおこる反応。補体活性化反応、血栓反応、初期炎症反応は早い。基本的な問題。

参照：「医用材料工学」（コロナ社）p. 64 図 4. 2

分野別：⑥生体反応

26PM89 材料の血液適合性に関するのはどれか。（3択）

- a. 溶血
- b. 血栓形成
- c. 被包化
- d. 肉芽形成
- e. 補体活性化

正解：a, b, e

解説：被包化、肉芽形成は材料を組織に埋め込んだ際に起こる比較的長期にわたる生体応答である。溶血は赤血球、血栓形成は血小板と血液凝固因子、補体活性化は補体タンパク等の血液中の組成が関与する急性の生体応答を総称して血液適合性という。

参照：「医用材料工学」（コロナ社）p. 62 第4章材料・生体相互作用と医用材料の生体適合性、p. 68 血液適合性。

分野別：⑤血液凝固

25AM90 医用材料を埋め込んだ際、生体側と材料側との両方に起こりうる反応はどれか。

- 1. 溶血
- 2. 補体活性
- 3. アナフィラキシー
- 4. 炎症
- 5. 石灰化

正解：5

解説：生体側のみならず材料側にも起こりうる材料埋め込み時の反応を問う問題である。1～5 は全て生体側の反応に含まれるので、その中で材料側ということになると 5 の石灰化となる。材料側の石灰化は硬組織の石灰化と柔組織の石灰化に大別でき、人工骨、生体弁などが各々の例である。

参照：「医用材料工学」（コロナ社）p. 62 第4章材料・生体相互作用と医用材料の生体

適合性、p. 87 材料・生体相互作用と医用材料の生体適合性、 4.7 石灰化反応

分野別：⑥生体反応

25AM90 医用材料を埋め込んだ際、生体側と材料側との両方に起こりうる反応はどれか。

1. 溶血
2. 補体活性
3. アナフィラキシー
4. 炎症
5. 石灰化

正解：5

解説：生体側のみならず材料側にも起こりうる材料埋め込み時の反応を問う問題である。1～5 は全て生体側の反応に含まれるので、その中で材料側ということになると 5 の石灰化となる。材料側の石灰化は硬組織の石灰化と柔組織の石灰化に大別でき、人工骨、生体弁などが各々の例である。

参照：「医用材料工学」（コロナ社）p. 62 第4章材料・生体相互作用と医用材料の生体適合性、p. 87 材料・生体相互作用と医用材料の生体適合性、 4.7 石灰化反応

分野別：⑥生体反応

25PM89 医用材料に対する生体側の急性局所反応はどれか。

1. 吸着
2. 肉芽
3. 発癌
4. 炎症
5. 溶出

正解：4

解説：医用材料による生体反応を急性反応と慢性反応に分類した場合、生体側が受けるものとして急性反応は血栓形成反応、補体活性化反応、炎症反応、アレルギー反応が挙げられる。慢性反応は組織修復反応（カプセル化と肉芽形成を含む）、石灰化反応、癌化反応が挙げられる。1の吸着は材料側が受ける急性局所反応であり、生体側の反応ではないので4.炎症のみが急性局所反応の条件を満足する。

参照：「医用材料工学」（コロナ社）62 材料・生体相互作用と医用材料の生体適合性、p. 64 図 4.2

分野別：⑥生体反応

24AM88 生体への接触によって材料が受ける作用として正しいのはどれか。(3択)

- a. タンパク質吸着
- b. 腐食
- c. 炎症
- d. 血液凝固
- e. 加水分解

正解：a, b, e

解説：生体に埋め込まれた材料が生体から受ける諸反応による変化を問う問題。

材料の変化に注目する。c), d)は生体側の変化であることに注意。a) 異物表面には必ずタンパクの吸着層が形成される。b) 金属は生体内環境で腐食を受けやすい。e) 有機材料の中には加水分解を受けるものが多い。

参照：「医用材料工学」(コロナ社) p. 62 材料・生体相互作用と医用材料の生体適合性
p. 63 図 4. 1

分野別：⑥生体反応

24AM88 生体への接触によって材料が受ける作用として正しいのはどれか。(3択)

- a. タンパク質吸着
- b. 腐食
- c. 炎症
- d. 血液凝固
- e. 加水分解

正解：a, b, e

解説：生体に埋め込まれた材料が生体から受ける諸反応による変化を問う問題。

材料の変化に注目する。c), d)は生体側の変化であることに注意。a) 異物表面には必ずタンパクの吸着層が形成される。b) 金属は生体内環境で腐食を受けやすい。e) 有機材料の中には加水分解を受けるものが多い。

参照：「医用材料工学」(コロナ社) p. 62 材料・生体相互作用と医用材料の生体適合性
p. 63 図 4. 1

分野別：⑥生体反応

23AM89 生体埋植材料に対する生体の慢性反応はどれか。(2択)

- a. 石灰化
- b. 血液凝固

- c. アナフィラキシー
- d. 補体活性化
- e. カプセル化

正解：a, e

解説：医用材料による生体反応を急性反応と慢性反応に分類した場合、急性反応として血栓形成反応、補体活性化反応、炎症反応、アレルギー反応が、慢性反応として組織修復反応（カプセル化と肉芽形成を含む）、石灰化反応、癌化反応が分類される。

参照：「医用材料工学」（コロナ社）p. 62 材料・生体相互作用と医用材料の生体適合性、
p. 64 図 4. 2

分野別：⑥生体反応

22AM90 医用材料が血液と接触したときにみられる現象はどれか。（3択）

- a. 血小板の粘着
- b. 血液凝固系の活性化
- c. 気体の発生
- d. 材料の融解
- e. タンパクの吸着

正解：a, b, e

解説：血液と接触するとまず、血漿タンパクが吸着する。引き続き、血小板の粘着、凝固系因子の活性化が起る。気体が発生したり、血液中で融解するような材料は医用材料としては用いられない。

参照：「医用材料工学」（コロナ社）p. 62 材料・生体相互作用と医用材料の生体適合性

分野別：⑤血液凝固

22PM89 セルロース系透析膜で起こる白血球数の一過性減少の主因はどれか。

- 1. アレルギー
- 2. 血液凝固系の活性化
- 3. 補体の活性化
- 4. 白血球の透析膜への吸着
- 5. 血小板の透析膜への吸着

正解：3

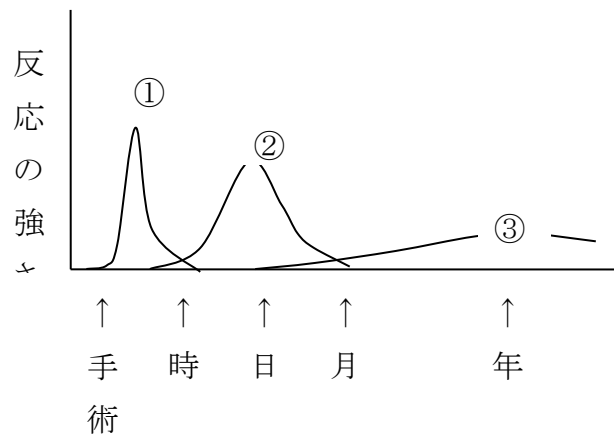
解説：セルロース（p. 161）はD-グルコースが $\beta(1\rightarrow4)$ 結合した天高分子でOH基を多く含んでいる。セルロース膜上のOH基により補体が活性化することが一過性の白血球減

少の原因である。

参照：「医用材料工学」（コロナ社）p. 78-80 補体活性化反応

分野別：⑥生体反応

21PM88 図はある医用材料を埋め込んだときに生じる諸反応の強さとその時間経過を示したものである。①②③に対応する反応で正しいのはどれか。



- | | | |
|-------------|----------|----------|
| 1. ①補体活性化反応 | ②カプセル化反応 | ③初期炎症反応 |
| 2. ①血栓反応 | ②補体活性化反応 | ③初期炎症反応 |
| 3. ①血栓反応 | ②初期炎症反応 | ③カプセル化反応 |
| 4. ①初期炎症反応 | ②カプセル化反応 | ③血栓反応 |
| 5. ①初期炎症反応 | ②血栓反応 | ③補体活性化反応 |

正解：3

解説：補体活性化、血栓反応、初期炎症反応は早い。カプセル化反応は遅いのでその差で先ず判定すると、2, 3, 5が残る。初期炎症反応より補体活性化、血栓反応の方が早いので、2と3が残る。相対的な評価だが、2より3の方が明らかである。

参照：「医用材料工学」（コロナ社）p. 64 図 4.2

分野別：⑥生体反応

20PM88 材料への血漿タンパクの吸着について正しいのはどれか。（3択）

- a. 材料の性質によって吸着量と種類が異なる。
- b. 血漿タンパクの性質によって吸着量と種類が異なる。
- c. 吸着後の材料表面の構造は変化する。

d. 吸着後の血漿タンパク質の構造は変化しない。

e. 一旦吸着すると他の血漿タンパク質と置き換わらない。

正解：a, b, c

解説：a) b) 材料とタンパクの間の結合はイオン結合、疎水結合、水素結合によりその吸着量と種類は材料及び血漿タンパクの性質に依存する。c) d) 材料表面に血漿タンパクが吸着すると多かれ少なかれ両者に何らかの構造変化をもたらす。e) 先ず、材料表面に到達し易いものが吸着するがその後よりアフィニティー（親和性）の高いタンパクに置き換わる。Vroman 効果と呼ばれている。

参照：「医用材料工学」（コロナ社）p. 64 血漿タンパク質の材料表面への吸着

分野別：⑥生体反応

16PM87 人工物の表面で血栓の形成を防ぐのはどれか。

1. ヘパリン
2. γ -グロブリン
3. トロンビン
4. フィブリン
5. カルシウム

正解：1

解説：材料に起因する血液凝固は内因系。血液凝固カスケードのポイントは開始反応、トロンビン形成、フィブリン形成。1) ヘパリンは、抗凝固剤である。アンチトロンビンⅢに結合し、その凝固抑制作用を高めることによって血栓形成を防ぐ。2) γ -グロブリンは主に IgG であるが、材料表面への吸着状況によっては、血小板を活性化することもある。血栓形成を防ぐ作用はない。3, 4) トロンビン、フィブリノーゲン は血液凝固カスケードの共通経路の重要な血液凝固因子であり、プロトロンビンが活性化第Ⅹ因子により活性化され、トロンビンとなり、このトロンビンがフィブリノーゲンを可溶性フィブリンへ変化させ、血栓形成が進む。5) カルシウムは、血栓形成反応に必須の物質である。

参照：「医用材料工学」（コロナ社）p. 68 血栓形成反応

分野別：⑤血液凝固

16PM88 医用材料に対する生体の急性反応はどれか。（2 択）

- a. 炎症
- b. 石灰化
- c. 発癌

- d. カプセル化
- e. 血栓

正解：a, e

解説：生体反応について材料による生体反応を急性反応と慢性反応に分類した場合、急性反応として血栓形成反応、補体活性化反応、炎症反応、アレルギー反応が、慢性反応として組織修復反応（カプセル化と肉芽形成を含む）、石灰化反応、癌化反応が分類される。

参照：「医用材料工学」（コロナ社）p. 62 材料・生体相互作用と医用材料の生体適合性、
p. 64 図 4. 2

分野別：⑥生体反応

15PM87 人工材料に接触した場合、起こりうる急性の生体反応はどれか。（2 択）

- a. 肉芽形成
- b. カプセル化
- c. 補体活性化
- d. 血栓形成
- e. 発癌

正解：c, d

解説：医用材料による生体反応を急性反応と慢性反応に分類した場合、急性反応として血栓形成反応、補体活性化反応、炎症反応、アレルギー反応が、慢性反応として組織修復反応（カプセル化と肉芽形成を含む）、石灰化反応、癌化反応が分類される。

参照：「医用材料工学」（コロナ社）p. 62 材料・生体相互作用と医用材料の生体適合、
p. 64 図 4. 2

分野別：⑥生体反応

14PM89 異物に対する生体反応について正しいのはどれか。

- a. 異物が細分化すると感受性が増す。
- b. 金属に対するアレルギー反応がある。
- c. 免疫細胞の貪食作用は異物からの溶出物に対して起きる。
- d. セラミックスには反応しない。
- e. 慢性反応が見られる。

正解：a, b, e

解説：a) 細分化することにより接触面積が増加することによる。b) Ni はアレルギーを

引き起こす。c) 免疫細胞の貪食作用は固体の異物に対しておこる。d) 他の材料に比べ生体反応は低めであるが異物であるのでおこる。e) 異物による慢性炎症は慢性反応のひとつの例と考えられる。

参照：「医用材料工学」（コロナ社）p. 64

分野別：⑥生体反応

13PM86 血栓形成を促進するのはどれか。（3 択）

- a. アルブミン
- b. 血小板
- c. トロンビン
- d. フィブリノーゲン
- e. プラスミノーゲン

正解：b, c, d

解説：血小板の粘着は一次止血。血液凝固カスケードの活性化は二次止血。a) アルブミンは血漿タンパクの中で最も多く含まれているが、血栓形成には関与しない。b) 血小板は血管損傷部への粘着により一次止血の役割を果たす。異物表面へも粘着、活性化を起こし、血栓形成を促進する。c, d) トロンビン、フィブリノーゲンは血液凝固カスケードの共通経路の重要な血液凝固因子であり、プロトロンビンが活性化第Ⅹ因子により活性化され、トロンビンとなり、このトロンビンがフィブリノーゲンを可溶性フィブリンにし血栓形成が進む。e) プラスミノーゲンは、プラスミンとなりフィブリンを溶解する線溶反応を生ずる。

参照：「医用材料工学」（コロナ社）p. 68 血栓形成反応

分野別：⑤血液凝固

12PM86 医療用具に用いられる材料の溶出物試験で評価できる性質はどれか。（3 択）

- a. 急性毒性
- b. 長期での発ガン性
- c. 抗血栓性
- d. 変異原性
- e. 溶血性

正解：a, d, e

解説：溶出物は、排出されるなどするため、長期間での影響を観察できない。そのため、発ガン性試には不向きである。しかし、繰り返し投与を行えば評価可能ともいえるが、

現状ではそのような試験法は用いられていない。抗血栓性は、材料表面上での血小板反応と凝固因子反応によるものであり、溶出物は用いない。その他の試験では、溶出物が用いられている。

参照：「医用材料工学」（コロナ社）第6章医用材料の安全性評価 p. 103 生物学的試験分野別：⑥生体反応

11PM85 人工材料に接触した場合、起こりうる急性の全身反応はどれか。

1. アナフィラキシーショック
2. 肉芽形成
3. カプセル化
4. 瘢痕
5. 発癌

正解：1

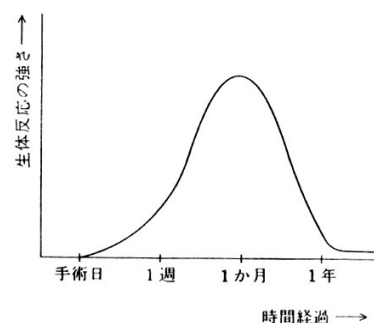
解説：医用材料による生体反応を急性反応と慢性反応に分類した場合、急性反応として血栓形成反応、補体活性化反応、炎症反応、アレルギー反応が、慢性反応として組織修復反応（カプセル化と肉芽形成を含む）、石灰化反応、癌化反応が分類される。反応部位によって分類した場合、局所反応として血栓形成反応、補体活性化反応、炎症反応、組織修復反応、石灰化反応と癌化反応が含まれる。全身反応としては、アレルギー反応の他、毒性反応、ショック症状、臓器障害、催奇形成、免疫異常等が含まれるとの記述が、医療機器センター監修の臨床工学技士指定テキスト改訂第2版に掲載されている。

参照：「医用材料工学」（コロナ社）p. 62 材料・生体相互作用と医用材料の生体適合、p. 64 図4.2

分野別：⑥生体反応

10PM86 ペースメーカを植え込んだとき図のような生体反応を示すのはどれか。（2 択）

- a. 発熱
- b. アナフィラキシーショック
- c. 溶血
- d. 瘢痕化
- e. 被皮化



正解：d, e

解説：ペースメーカーなどが植え込まれたとき、初期炎症反応を経て、組織修復反応が生じ、埋植物は結合組織に被われる。この現象を被皮化と呼ぶ。結合組織が肥厚化し、形状がいびつになった場合は瘢痕化と呼ぶこともある。

参照：「医用材料工学」（コロナ社）p. 64 材料 - 生体相互作用により生じる所反応とその経過、p. 82 炎症反応

分野別：⑥生体反応

10PM88 人工材料表面に固定して血液凝固を防ぐのはどれか。（2 択）

- a. ウロキナーゼ
- b. ケラチン
- c. キチン
- d. コラーゲン
- e. ヘパリン

正解：a, e

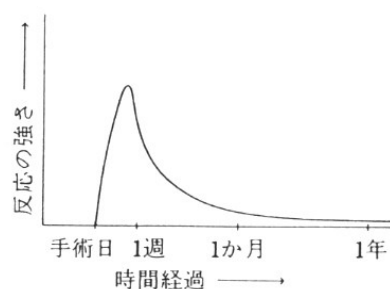
解説：凝固のカスケードのどこかを止めるか、線溶を亢進させることで血液凝固を防ぐことができる。a) ウロキナーゼは、プラスミノゲン・アクチベータであり、血栓溶解作用を発揮する。b) ケラチンは毛や表皮などの存在するタンパク質であり、血液凝固反応には関連しない。c) キチンは甲殻類の殻の主成分であり、血液凝固反応には関連しない。d) コラーゲンは、血管の構造タンパク質であり、血液凝固反応を活性化する。e) ヘパリンは、抗凝固剤である。アンチトロンビンⅢに結合し、その凝固抑制作用を高めることによって血栓形成を防ぐ。

参照：「医用材料工学」（コロナ社）p. 21 生体由来材料、p. 68 血栓形成反応、

分野別：⑤血液凝固

9PM87 生体材料を植え込んだときに、図のような経時的変化を示すのはどれか。

- 1. 癒着
- 2. 瘢痕
- 3. 炎症
- 4. 被包化
- 5. 肉芽形成



正解：3

解説：生体材料を植え込んだとき、外科的操作により組織は損傷を受けるため、一連の炎症反応が生じ、その後、生体材料は結合組織に被われる。この現象を被皮化と呼ぶ。結合組織が肥厚化した場合は肉芽が形成されたといい、その形状がいびつになった場合は瘢痕化と呼ばれる。癒着は、その形成された結合組織と他組織との癒着を意味している。病理学における炎症の定義は、初期炎症反応から組織形成反応までの一連の反応を意味しているが、医用材料の分野では、初期炎症反応を炎症反応と称することが一般的である。

参照：「医用材料工学」（コロナ社）p. 64 材料 - 生体相互作用により生じる所反応とその経過、p. 82 炎症反応

分野別：⑥生体反応

8PM88 生体内に埋植された医用材料に対する生体側の急性局所反応はどれか。（2 択）

- a. 血栓形成
- b. 肉芽形成
- c. カプセル化
- d. 発癌
- e. 炎症

正解：a, e

解説：医用材料による生体反応を急性反応と慢性反応に分類した場合、急性反応として血栓形成反応、補体活性化反応、炎症反応、アレルギー反応が、慢性反応として組織修復反応（カプセル化と肉芽形成を含む）、石灰化反応、癌化反応が分類される。反応部位によって分類した場合、局所反応として血栓形成反応、補体活性化反応、炎症反応、組織修復反応、石灰化反応と癌化反応が含まれる。全身反応としては、アレルギー反応の他、毒性反応、ショック症状、臓器障害、催奇形成、免疫異常等が含まれるとの記述が、医療機器センター監修の臨床工学技士指定テキスト改訂第2版に掲載されている。

参照：「医用材料工学」（コロナ社）p. 62 材料・生体相互作用と医用材料の生体適合、p. 64 図 4.2

分野別：⑥生体反応

7AM70 生体埋植材料に対する慢性全身反応でないのはどれか。（2 択）

- a. 臓器障害
- b. ショック
- c. 壊死

- d. 催奇形成
- e. 免疫異常

正解：b, c

解説：医用材料による生体反応を急性反応と慢性反応に分類した場合、急性反応として血栓形成反応、補体活性化反応、炎症反応、アレルギー反応が、慢性反応として組織修復反応（カプセル化と肉芽形成を含む）、石灰化反応、癌化反応が分類される。反応部位によって分類した場合、局所反応として血栓形成反応、補体活性化反応、炎症反応、組織修復反応、石灰化反応と癌化反応が含まれる。全身反応としては、アレルギー反応の他、毒性反応、ショック症状、臓器障害、催奇形成、免疫異常等が含まれるとの記述が、医療機器センター監修の臨床工学技士指定テキスト改訂第2版に掲載されている。

参照：「医用材料工学」（コロナ社）p. 62 材料・生体相互作用と医用材料の生体適合、p. 64 図 4. 2

分野別：⑥生体反応

6AM68 生体と材料の相互作用における慢性全身反応はどれか。（2 択）

- a. 壊死
- b. 臓器障害
- c. 免疫異常
- d. 発癌
- e. 肉芽形成

正解：b, c

解説：医用材料による生体反応を急性反応と慢性反応に分類した場合、急性反応として血栓形成反応、補体活性化反応、炎症反応、アレルギー反応が、慢性反応として組織修復反応（カプセル化と肉芽形成を含む）、石灰化反応、癌化反応が分類される。反応部位によって分類した場合、局所反応として血栓形成反応、補体活性化反応、炎症反応、組織修復反応、石灰化反応と癌化反応が含まれる。全身反応としては、アレルギー反応の他、毒性反応、ショック症状、臓器障害、催奇形成、免疫異常等が含まれるとの記述が、医療機器センター監修の臨床工学技士指定テキスト改訂第2版に掲載されている。

参照：「医用材料工学」（コロナ社）p. 62 材料・生体相互作用と医用材料の生体適合性、p. 64 図 4. 2

分野別：③生体反応

5AM69 生体埋植材料に対する全身反応はどれか。（2 択）

- a. 壊死
- b. 肉芽形成
- c. 毒性
- d. 免疫異常
- e. 異物排除

正解：c, d

解説：医用材料による生体反応を急性反応と慢性反応に分類した場合、急性反応として血栓形成反応、補体活性化反応、炎症反応、アレルギー反応が、慢性反応として組織修復反応（カプセル化と肉芽形成を含む）、石灰化反応、癌化反応が分類される。反応部位によって分類した場合、局所反応として血栓形成反応、補体活性化反応、炎症反応、組織修復反応、石灰化反応と癌化反応が含まれる。全身反応としては、アレルギー反応の他、毒性反応、シ 5AM71 医用材料が血液と接触したときにみられない現象はどれか。

- 1. 血小板の粘着
- 2. 第 XII 因子の活性化
- 3. 補体の活性化
- 4. 材料の破断
- 5. 赤血球の破壊

正解：4

解説：血液中の成分として、材料と接触時に影響を与える、または受けるものとして、赤血球、白血球、血小板といった血球成分と、血漿中の蛋白成分主に考えれば良い。1) 材料表面の化学的性質や粗さによりその程度の差こそあるが、血小板の粘着は起こる。2) 第 XII 因子は内因性の凝固カスケードの開始反応に関わる重要な血液凝固因子であり接触活性化を起こす。3) 補体は血漿中の蛋白で免疫複合体に結合して活性化する古典的経路と微生物の膜表面の糖鎖や材料表面の水酸基やアミノ基を認識して活性化する第 2 経路により活性化となる。5) 材料表面の化学組成や粗さ、せん断力により赤血球膜の損傷が起こることもある。

参照：「医用材料工学」（コロナ社）p62 材料・生体相互作用と医用材料の生体適合性

分野別：⑤血液凝固

ヨック症状、臓器障害、癌形成、免疫異常等が含まれるとの記述が、医療機器センター監 3AM61 医用材料に対する生体側の慢性局所反応はどれか。（2 択）

- a. 吸着
- b. 肉芽
- c. 発癌

- d. 炎症
- e. 溶出

正解：b, c

解説：医用材料による生体反応を急性反応と慢性反応に分類した場合、急性反応として血栓形成反応、補体活性化反応、炎症反応、アレルギー反応が、慢性反応として組織修復反応（カプセル化と肉芽形成を含む）、石灰化反応、癌化反応が分類される。反応部位によって分類した場合、局所反応として血栓形成反応、補体活性化反応、炎症反応、組織修復反応、石灰化反応と癌化反応が含まれる。全身反応としては、アレルギー反応の他、毒性反応、ショック症状、臓器障害、催奇形成、免疫異常等が含まれるとの記述が、医療機器センター監修の臨床工学技士指定テキスト改訂第2版に掲載されている。吸着は、材料表面に生体成分が吸着することであり、溶出は、材料成分が出てくることを意味している。

参照：「医用材料工学」（コロナ社）p. 62 材料・生体相互作用と医用材料の生体適合性、p. 64 図 4. 2

分野別：⑥生体反応

3AM62 生体内での医用埋植材料の変化はどれか。（2 択）

- a. 発癌
- b. 血栓形成
- c. 異物排除
- d. 機械的劣化
- e. 二次物質生成

正解：d, e

解説：生体に埋め込まれた材料が生体から受ける諸反応による変化を問う問題。

材料の変化に注目する。a), b), c) は生体側の変化。d) 機械的劣化において材料側金属ならば腐食、有機材料なら分解、無機材料なら磨耗等材料の変化は外力に対する耐性を低くする。e) 二次物質生成は材料成分の溶出、分解、生体物質との結合により起こりうる。

参照：「医用材料工学」（コロナ社）p. 127 腐食

分野別：⑥生体反応 修の臨床工学技士指定テキスト改訂第2版に掲載されている。

参照：「医用材料工学」（コロナ社）p. 62 材料・生体相互作用と医用材料の生体適合性、p. 64 図 4. 2

分野別：⑥生体反応

2AM67 生体内に埋植された医用材料に対する生体側の急性局所反応はどれか。(2 択)

- a. 吸着
- b. 肉芽形成
- c. 溶出
- d. 炎症
- e. 壊死

正解：d, e

解説：医用材料による生体反応を急性反応と慢性反応に分類した場合、急性反応として血栓形成反応、補体活性化反応、炎症反応、アレルギー反応が、慢性反応として組織修復反応（カプセル化と肉芽形成を含む）、石灰化反応、癌化反応が分類される。反応部位によって分類した場合、局所反応として血栓形成反応、補体活性化反応、炎症反応、組織修復反応、石灰化反応と癌化反応が含まれる。全身反応としては、アレルギー反応の他、毒性反応、ショック症状、臓器障害、催奇形成、免疫異常等が含まれるとの記述が、医療機器センター監修の臨床工学技士指定テキスト改訂第2版に掲載されている。

参照：「医用材料工学」（コロナ社）p. 64 図 4. 2

分野別：⑥生体反応

2AM68 生体埋植材料に対する全身反応はどれか。(2 択)

- a. 発癌
- b. 血栓形成
- c. 異物排除
- d. 免疫異常
- e. 催奇形成

正解：d, e

解説：医用材料による生体反応を急性反応と慢性反応に分類した場合、急性反応として血栓形成反応、補体活性化反応、炎症反応、アレルギー反応が、慢性反応として組織修復反応（カプセル化と肉芽形成を含む）、石灰化反応、癌化反応が分類される。反応部位によって分類した場合、局所反応として血栓形成反応、補体活性化反応、炎症反応、組織修復反応、石灰化反応と癌化反応が含まれる。全身反応としては、アレルギー反応の他、毒性反応、ショック症状、臓器障害、催奇形成、免疫異常等が含まれるとの記述が、医療機器センター監修の臨床工学技士指定テキスト改訂第2版に掲載されている。

参照：「医用材料工学」（コロナ社）p. 62 材料・生体相互作用と医用材料の生体適合性、

p. 64 図 4.2

分野別：⑥生体反応

1AM61 生体内に埋植された医用材料に対する生体側の局所反応はどれか。(2 択)

- a. 免疫異常
- b. 化学的分解
- c. 催奇形成
- d. 異物排除
- e. 肉芽形成

正解：d, e

解説：医用材料による生体反応を急性反応と慢性反応に分類した場合、急性反応として血栓形成反応、補体活性化反応、炎症反応、アレルギー反応が、慢性反応として組織修復反応（カプセル化と肉芽形成を含む）、石灰化反応、癌化反応が分類される。反応部位によって分類した場合、局所反応として血栓形成反応、補体活性化反応、炎症反応、組織修復反応、石灰化反応と癌化反応が含まれる。全身反応としては、アレルギー反応の他、毒性反応、ショック症状、臓器障害、催奇形成、免疫異常等が含まれるとの記述が、医療機器センター監修の臨床工学技士指定テキスト改訂第2版に掲載されている。
参照：「医用材料工学」（コロナ社）p. 62 材料・生体相互作用と医用材料の生体適合性、

p. 64 図 4.2

分野別：⑥生体反応

1AM62 生体埋植材料に対する急性全身反応はどれか。(2 択)

- a. 発癌
- b. 吸着
- c. 免疫異常
- d. 毒性
- e. アレルギー

正解：d, e

解説：生体に埋め込まれた材料により起こる生体側の慢性局所反応を問う問題。
a) 材料に発癌性があるとの報告は無いが、発ガン自体は局所的であり長期間を要する。
b) 吸着は材料側の反応である。蛋白や細胞成分の材料への吸着は時間も早い。c) 免疫異常は慢性全身反応。免疫機能は全身的なシステムで司られており、埋め込み材料による免疫異常は局所に留まらない d) 埋め込み材料からの溶出物が毒性を持つ場合、局所

的及び全身的に影響を与える可能性がある。e) アレルギーは急性全身反応。埋め込み材料をアレルゲン（抗原）として、IgE 抗体が産生されることにより起こりうる全身反応。

参照：「医用材料工学」（コロナ社）p. 62 材料・生体相互作用と医用材料の生体適合性、p. 64 図 4. 2

分野別：⑥生体反応

1AM63 医用材料が血液と接触するときにみられる反応はどれか。（3 択）

- a. 血小板の粘着
- b. 第 XII 因子の活性化
- c. 補体の活性化
- d. 二次物質生成
- e. 機械的劣化

正解：a, b, c

解説：血液中の成分として、材料と接触時に影響を与える、または受けるものとして、赤血球、白血球、血小板といった血球成分と、血漿中の蛋白成分主に考えれば良い。a) 材料表面の化学的性質や粗さによりその程度の差こそあるが、血小板の粘着は起こる。b) 第 XII 因子は内因性の凝固カスケードの開始反応に関わる重要な血液凝固因子あり接触活性化を起こす。c) 補体は血漿中の蛋白で免疫複合体に結合して活性化する古典的経路と微生物の膜表面の糖鎖や材料表面の水酸基やアミノ基を認識して活性化する第 2 経路により加水分解を受け、活性型となる。d) 二次物質生成とは、材料の変化によって生ずる生成物のことを意味し、生体との相互作用によって生ずることがある。

参照：「医用材料工学」（コロナ社）p62 材料・生体相互作用と医用材料の生体適合性

分野別：⑥生体反応