

正常な心臓の解剖について正しいのはどれか。

- (1) 大動脈弁の方が肺動脈弁より高位かつ前方に位置する
- (2) 大動脈弁と僧帽弁の間には心筋が介在する
- (3) 冠状動脈回旋枝は、右冠状動脈より分岐する
- (4) 房室結節への血流は、主に右冠状動脈より供給される
- (5) 大心静脈は冠状静脈洞に流入する

- a (1), (2)
- b (1), (5)
- c (2), (3)
- d (3), (4)
- e (4), (5)

## 解説

- (1) ×肺動脈弁の方が大動脈弁より高位かつ前方に位置する。
  - (2) ×正常心では大動脈弁無・右冠尖下に心室中隔膜様部があり、無冠尖および左冠尖の一部は僧帽弁と線維性に連続し、心筋は存在しない。
  - (3) ×冠状動脈回旋枝は、左冠状動脈主幹部より分岐する。
  - (4) ○房室結節は、主に右冠状動脈(90%)により血流支配される。
  - (5) ○大心静脈は冠状静脈洞に流入する。冠状静脈洞は心臓の後壁にあり右心房に開口する。
- (4), (5) が正しい記述で正解はeとなる。

人工弁の特徴について正しいのはどれか。

- (1) 生体弁の耐久性が患者の年齢によって異なることはない
- (2) 生体弁の耐久性は僧帽弁位よりも大動脈弁位において優れる
- (3) ステントレス生体弁はステント付き生体弁よりも弁口面積が大きい
- (4) 生体弁は機械弁に比し弁口面積が大きい
- (5) 生体弁は機械弁に比し人工弁感染の発生率が高い

- a (1), (2)
- b (1), (5)
- c (2), (3)
- d (3), (4)
- e (4), (5)

## 解説

この問題は、人工弁の選択にあたって必ず知っていなければならない、人工心臓弁に関するごく一般的な知識を問うものである。各設問は人工弁の特徴に関するもので、今日まで多くの経験と臨床研究によって明らかにされてきたところである。

設問(1)(2)：生体弁の構造的劣化は患者の年齢や置換弁位による影響を受け、高齢者であるほど、また大動脈弁位や三尖弁位では僧帽弁位よりも劣化の頻度が低い

設問(3)：ステントレス生体弁はステントがない分、与えられた弁輪径に対し有効弁口面積が大きくなる

設問(4)：生体弁の弁口面積は心膜弁がブタ弁より大きい、最も弁口が大きいとされる弁種でも機械弁とほぼ同等と考えられ、一般的に生体弁が機械弁を上回るとは言えない

設問(5)：生体弁の易感染性については経験的にも文献的にも根拠がない

冠状動脈バイパス手術において、グラフト開存率が最も高い組み合わせはどれか。

- a 左内胸動脈 —— 前下行枝
- b 右内胸動脈 —— 前下行枝
- c 橈骨動脈 —— 回施枝
- d 大伏在静脈 —— 前下行枝
- e 右胃大網動脈 —— 後下行枝

## 解説

グラフトとしては内胸動脈、吻合される冠動脈としては前下行枝が最も開存率が高く、左内胸動脈グラフトによる前下行枝へのバイパスが術後の開存率が最も高い。

体外循環中の中枢神経障害で、最も頻度の高い発生要因はどれか。

- a 低酸素血症
- b 低血圧
- c 塞栓
- d 虚血
- e 出血

## 解説

Glenn's Thoracic and Cardiovascular Surgery (6<sup>th</sup> ed.)のChapter 101, Cardiopulmonary Bypass for Open Heart Surgery, Organ dysfunction, Central Nervous System P.1645には、Significant incidence of stroke: 1-5% が記載されており、The majority of strokes are embolic and related cannulation, surgical manipulations, and CPB. と塞栓の頻度が最も高い。

Cardiac Surgery in the Adult (2<sup>nd</sup> Ed.)のChapter 11D, Extracorporeal Circulation; Organ damage. Neurologic Injury. Mechanism of Neurologic Injury P.364には、2大要因として、microemboli and hypoperfusionが記載されている。Microemboliは血流の比率で発生部位が分布するが、当然ながら脳に頻度は高く、Microemboliが生じると次いでhypoperfusionに陥り、脳の傷害が発生する、と記載されている。

なお、「虚血」の選択肢があり、紛らわしいが、そもそもの原因は「塞栓」であることを理解する必要がある。

僧帽弁閉鎖不全において左房への逆流を増加させるのはどれか。

- a 血管拡張剤
- b 利尿剤
- c  $\beta$ 受容体刺激薬
- d  $\alpha$ 受容体刺激薬
- e 大動脈内バルーンパンピング (IABP)

## 解説

僧帽弁閉鎖不全の治療においては、左室が駆出する血液の中で大動脈へ駆出する比率を増やし左房への逆流を減らすことが重要である。左房への逆流は左室圧と左房圧の差によって規定され、左室圧が高ければ逆流量が増え、低ければ逆流量は減る。一方、左室から大動脈へは末梢血管抵抗が低ければ駆出し易く、高ければ駆出しにくい。血管拡張剤やIABPなどは収縮期の血圧を下げるとともに、大動脈への駆出抵抗を減らすため、大動脈へ駆出される血液の量が増加し逆流は減少する。一方 $\alpha$ 刺激薬では血圧が上昇するため逆流は増加するとともに大動脈への駆出血流量は減少する。

利尿剤では循環血液量の減少と前負荷の低下により左室縮小が得られ、左室が駆出する血液の絶対量の減少に伴い逆流量も減少する。

僧帽弁が閉じてから、大動脈弁が開くまで本来の等容収縮期に相当する時相では左房への逆流だけが起こる。したがってこの期間を短くすることにより逆流率は減少する。 $\beta$ 刺激薬では収縮力の増加により大動脈弁が開く時期を早くするため大動脈への駆出が早くなり、相対的に逆流は減少する。また、血管拡張作用もあり大動脈への駆出量が増加する。

大腿動静脈をアクセスとする経皮的心肺補助 (PCPS) について誤っているのはどれか。

- a 肺血流量は減少する
- b 施行中にSwan-Ganz カテーテルを挿入することは容易でない
- c 大腿動脈へ送血されるので、静脈還流が増加し右心不全になりやすい
- d 施行中は僧帽弁を通過する血流量と大動脈弁を通過する血流量は基本的に同じである
- e 大動脈弁が持続的に閉鎖している状態であると左心室の減圧が十分でない可能性がある

## 解説

PCPSは心源性ショックに対してIABPとともに最も頻用されている補助循環法である。しかし、最重症の心不全、特に左心不全に対しては場合によっては左室の負荷を増大し肺水腫を悪化させることも起こり得る。ときには左室を減圧するために早期にPCPSから左心補助へ以降する必要のある症例にも遭遇する。また重症心不全に対する補助循環法や心臓移植との関連の中でのPCPSの位置づけを理解することも心臓血管外科医として重要である。

- a. PCPSはVAバイパスなので静脈環流の一部が大動脈に挿入されたカニューレより脱血されるので肺血流量は減少する。従ってaは正しい。注意を要するのは、肺血流の減少は必ずしも肺うっ血の解消につながらない場合があることである。左室の減圧ができずに左房圧が上昇したままであると肺血流は減るが肺うっ血は解消しないという病態が起こり得る (e.の設問と関連する)。このような状態をモニターするためには左房圧あるいは肺動脈楔入圧を測定することが必要である。PCPS補助時にSwan-Ganzカテーテルを挿入することは一般的ではないようだが、肺うっ血の診断を胸部レントゲンだけに頼っていると診断が遅れる危険性があり、必要な症例でLVAD導入のタイミングを失う恐れがある。
- b. 右心房に挿入された脱血カニューレに血液が吸引されていくのでSwan-Ganzカテーテルのバルーンは三尖弁を超えることが困難である。Swan-Ganzカテーテル挿入の重要性は前項で述べたとおりである。従って、PCPSを挿入する前にSGカテーテルを挿入することが望ましい。
- c. 右心への静脈環流はPCPSの脱血により減少することはa.で述べたとおり。したがって静脈灌流が増加して右心不全になりやすいという回答は誤り。
- d. 左心apexからの脱血であれば、僧帽弁から流入した血液は心尖部から脱血される血液と大動脈から拍出される血液に分かれるので僧帽弁を通過する血流量の方が大動脈弁を通過する血流量より多い。しかし脱血は大動脈静脈であるので大動脈弁と僧帽弁を流れる血流は基本的に同じ量である。
- e. 大動脈弁が持続的に閉鎖していると左心室から血液を汲みだすメカニズムが働かないので左心室を減圧することはPCPSではできなくなる。左心房あるいは左心室から脱血する左心補助が必要である。

大動脈内バルーンパンピング (IABP) について誤っているのはどれか。

- a 拡張期圧上昇効果がある
- b 駆動には、二酸化炭素ガスを用いる
- c 心拍出量補助効果は、10~15%である
- d 大動脈解離には禁忌である
- e 重症大動脈弁逆流には禁忌である

## 解説

大動脈内バルーンパンピング (IABP: intra-aortic balloon pumping) は、大腿動脈より経皮的に挿入し大動脈内に留置するバルーン付のカテーテルで、最も簡便かつ普及している循環補助装置である。駆動装置内に電磁バルブ付のエアコンプレッサーを備えるが、駆動用ガスには小口径のカテーテルでも高い応答性が得られるよう分子量の低いヘリウムガスが用いられる。心拡張期にバルーンを膨らませ「拡張期圧上昇効果」により冠動脈血流を増加させる。心収縮期にはバルーンを収縮させ「後負荷軽減効果」により心臓の仕事量・酸素消費量を減少させる。これらのカウンターパルセーション効果により約10~15%の心拍出量補助効果があるとされている。駆動にはバルーンの拡張/収縮のタイミングを心周期と正確に同期させることが重要で、それには心電図波形や動脈圧波形がトリガーとして用いられる。大動脈弁閉鎖不全症 (2度以上) や解離性大動脈瘤、高度の閉塞性動脈硬化症は適応禁忌とされている。合併症としては、下肢虚血、出血、血栓塞栓症、血管損傷、神経障害、バルーン損傷、等がある。