

1997 年度麻酔科卒業試験問題

「1」 全身麻酔薬を分類し、それぞれの薬物名と使用濃度(%) (維持時)、又は使用量(mg/dl) (導入時) を記せ。

(解答)

静脈麻酔薬	バルビツール系	チオペンタール	導入時使用量 3 ~ 5mg/kg		
	非バルビツール系	ケタミン プロポフォール	0.5 ~ 2mg/kg 1 ~ 2.5mg/kg		
吸入麻酔薬	揮発性麻酔薬		維持時使用濃度	MAC	B/G ratio
		エーテル	2 ~ 3%	1.92	15.2
		ハロセン	0.5 ~ 1%	0.75	2.3
		エンフルレン	1 ~ 2%	1.68	1.9
		イソフルレン	1 ~ 2%	1.15	1.41
	セボフルレン	1.5 ~ 2.5%	1.71	0.63	
	ガス麻酔薬	笑気	50 ~ 70%	105	0.47
	サイクロプロペン	10 ~ 20%	9.2	0.46	

(解説)

とりあえず解答は上表の使用量と使用濃度である。しかしこの問題が今後も出るとは限らないし、むしろ表に加えておいた MAC や B/G ratioの方が覚える価値があるのではないのでしょうか。

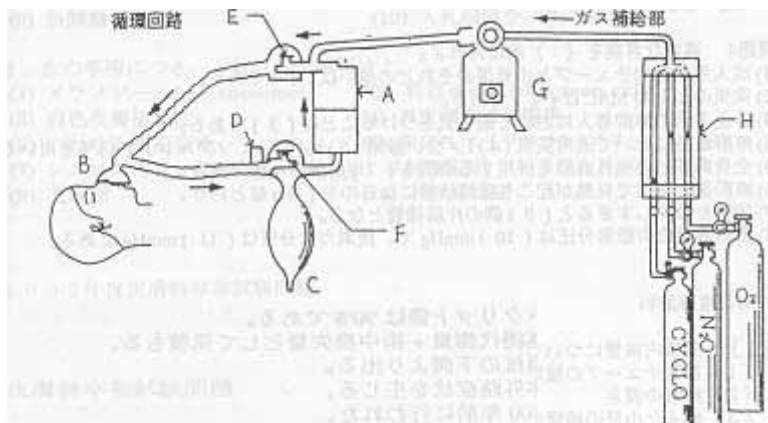
[補足]

- (1) 濃度の調節は難しいが速やかに作用する静脈麻酔で導入し、やや時間がかかるが濃度を調節しやすい吸入麻酔で維持するのが、一般的な麻酔法である。
- (2) MAC とは最小肺泡濃度(Minimum alveolar concentration)の略で、皮膚切開に反応して 50%の患者に痛みを感じない濃度である。すなわち麻酔力の指標である。
- (3) B/G ratio(blood gas ratio)は、37、760mmHgのもとで、平衡状態における血中、肺胞内の麻酔薬の濃度比であり、導入の速さの指標となる。麻酔薬は分圧の高い方から低い方へと移動する。すなわち、導入開始時には麻酔薬は肺胞から血液へ移動するが、一定時間が経つと肺胞と血液で麻酔薬の分圧が等しくなり平衡状態に達する(実際には麻酔薬は他の組織にも移動するので平衡にはならない)。この状態は、麻酔が効いている状態と言える。

例えば、37、760mmHgのもとでエンフルラン 2vol%と平衡状態にある血液中には、 $2 \times 1.9 = 3.8\text{vol}\%$ のエンフルランが溶解している。同様にエーテル 2vol%では、 $2 \times 15.2 = 30.4\text{vol}\%$ のエーテルが溶解していることになる。このように B/G ratioの小さい麻酔薬(エンフルランや笑気など)では、平衡に達するために必要な麻酔薬の量が少なくて済むので導入までの時間も短い。一方 B/G ratioの大きい麻酔薬(エーテルなど)では、平衡に達するまでに大量の麻酔薬が必要なので導入までに時間がかかる。

「2」 麻酔器について次の問いに答えよ。

(1) 各部の名称を書け。(A ~ H)



(2)

- 1) [A]の組成を述べよ。
- 2) [A]は何の役目をするか、その化学反応を述べよ。
- 3) この使用不能状態はどのようにしてチェックするか。

(解答)

(1)

- (A) 炭酸ガス吸収装置(canister) (B) マスク(face mask) (C) 呼吸バッグ(reservoir bag)
(D) ポップオフ弁 (adjustable pressure limiting valve(APL valve)) (E) 吸気弁 (F) 呼気弁
(G) 気化装置 (H) 流量計(flow-meter)

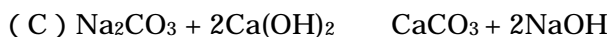
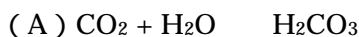
注：(D)のポップアップ弁は、いくつか教科書を見てみると呼気弁の下流に描かれているが、この弁は呼吸回路を構成する上で欠かせないものなので、これが正解であろう。

(2)

1)[A]の組成： ソーダライムの組成

Ca(OH) ₂	80%
NaOH(又は KOH)	5%
H ₂ O	15%
SiO ₂ (シリカ)	少量

2)炭酸ガス吸収装置の役割は、呼気中のCO₂ を除去することである。CO₂吸収に際して起きる化学反応は、CO₂が水に溶ける反応 (A) と、炭酸を素早く吸収する反応 (B) と、炭酸カルシウムの形に変換する反応 (C) の三段階からなる。



3)ソーダライムには普通 pH 指示薬のエチルバイオレットが加えられており、炭酸ガスを吸収して pH が低下してくると紫色に変色する。しかし、一度変色しても時間をおけば紫色は退色する。この時炭酸ガスの吸収能力は回復しているが、使用できる時間が短いので早く交換した方がよい。つまり、使用直後に紫色に変色していれば、交換時期になったと考えるべきである。

「3」 以下の薬物の拮抗薬を挙げよ。

- (1) モルヒネ ()
- (2) ネオスチグミン ()
- (3) ジアゼパム ()
- (4) ベクロニウム ()
- (5) NMDA ()

(解答)

- (1)ナロキソン (2)アトロピン (3)フルマゼニル (4)ネオスチグミン・エドロホニウム (5)ケタミン

(解説)

(1)麻薬(モルヒネなど)による呼吸抑制、覚醒遅延の治療を目的として投与される。この薬剤はアゴニスト作用の全くない純粋なオピオイドアンタゴニストで、 μ ・ κ ・ δ レセプタにおいてオピオイドアゴニストと競合的に拮抗し、呼吸抑制・鎮静・低血圧・鎮痛・胆道攣縮などのオピオイドの作用に拮抗する。

(2)非脱分極性筋弛緩薬の拮抗薬としてネオスチグミンがよく用いられるが、そのネオスチグミンには強力なムスカリン作用があり、徐脈・不整脈・分泌亢進などが起こる。そのムスカリン作用に対する拮抗薬としてアトロピンを併用する。

(3)フルマゼニルは、ベンゾジアゼピン系薬物(ジアゼパムなど)による鎮静の解除および呼吸抑制の改善を目的として投与される。この薬剤はベンゾジアゼピンレセプタアンタゴニストで、中枢神経系の GABA/ベンゾジアゼピンレセプタ複合体のベンゾジアゼピン認識部位を抑制している。

(4)ネオスチグミンは抗コリンエステラーゼ薬で、非脱分極性筋弛緩薬(ベクロニウムなど)に拮抗する。この薬剤は、AChE に拮抗することで ACh の分解を阻害することで非脱分極性筋弛緩薬に拮抗している。

(5)ケタミンの麻酔効果は、NMDA(N-methyle-D-aspartate)受容体に拮抗することによる。

「4」 術後痛の処置について述べよ。

(解答)

術後痛は患者にとって苦痛であるのみならず、十分な呼吸や喀痰排泄を妨げ、閉塞性肺炎の原因となったり、頻脈や高血圧なども引き起こす。術後痛に対する適切な処置はこれらを軽減・予防し、患者の早期離床に寄与する。術後痛の管理法としては以下のような方法があり、それぞれ目的の応じて使い分けられる。

.PCA 法(Patient-controlled analgesia)

PCA 装置を使って、必要な時に患者自身がオピオイドを投与する方法。患者の満足度は高く、人件費の削減にもなる。

.硬膜外無痛法

硬膜外腔に留置したカテーテルからオピオイドや局所麻酔薬、あるいは両者の混合したものを投与する方法。オピオイドとしてはモルヒネが用いられる。オピオイドは痛覚だけを選択的に遮断するので早期離床には適しているが、濃度が高くなると嘔吐・掻痒感・鎮静・呼吸抑制を起こす。一方局所麻酔薬としてはブピバカインが用いられる。局所麻酔薬では鎮痛だけでなく、運動・感覚障害が生じるので早期離床には適さない。また交感神経ブロックによる低血圧も起こりうる。オピオイドと局所麻酔薬を少量ずつ混合する方法により、小さい副作用で大きい除痛効果を得ることができる。

.末梢神経ブロック

肋間神経ブロックなど。対象となる神経付近に直接的に局所麻酔薬を投与することで除痛効果を得る。

.胸膜間鎮痛法

カテーテルから胸腔内に局所麻酔薬を注入し、片側の多数の肋間神経をブロックする。胸部手術後に適している。気胸が最大の副作用である。

(解説)

術後痛に対する適切な処置は、患者を苦痛から解放するだけでなく、痛みもたらず二次的な悪影響をも予防し、患者の早期離床を可能にする。例えば、胸腹部の大手術後に肋間神経ブロックや硬膜外麻酔、さらに胸膜間除痛をしておけば、明らかに肺容量は増えるし、咳嗽力も増す。除痛されないことが原因で起こる頻拍や高血圧などの有害な作用も軽減される。以下に具体的な方法を述べる。

.PCA 法(Patient-controlled analgesia)

患者自身が必要な時に、オピオイドの静脈投与を自分で決定する方法。PCA 装置に要求時注入量・最小注入間隔・最大注入量(1日あたり)などがプログラムされており、患者の必要に応じて静脈留置カテーテルからオピオイドが注入される。麻薬依存患者には使用できないが、他の患者では、自分で必要量を調節できるので満足度は高い。また医師・看護婦の仕事の軽減にもなる。但し、PCA 装置のある施設でしか行えない。

.硬膜外無痛法

硬膜外腔に留置したカテーテルを通じて、オピオイドや局所麻酔薬、あるいは両者の混合したものを投与する方法である。オピオイドは脊髄前角で求心性痛覚路を遮断して鎮痛効果を発揮するが、運動・その他の痛覚には影響を与えないため、早期離床に適している。一般にモルヒネ、メペリジンなどが用いられる。オピオイドは脂肪に対する溶解度によって特徴を異にする。脂溶性オピオイドは容易に血管に入り運び出されるので、持続時間は短い。一方非脂溶性オピオイドの持続時間は長い。また、非脂溶性オピオイドは頭側に移動するので、広い皮膚分節に対して薬効を持つ。よって手術切開の範囲が広い場合に用いられる。オピオイドは脳や血中での濃度が高くなると、嘔吐・掻痒感・鎮静・呼吸抑制を起こすので注意が必要である。慢性閉塞性肺疾患や睡眠時無呼吸症候群の患者ではオピオイドは不適切である。局所麻酔薬としてはブピバカインなどが用いられる。局所麻酔薬では交感神経ブロックによる低血圧が生じる。また鎮痛以外に運動麻痺・感覚脱失も生じるため、早期離床を必要とする患者には不適切である。これらオピオイドと局所麻酔薬を少量ずつ併用することで、最小の副作用で深い除痛効果が得られる。

.末梢神経ブロック

急性痛に対する治療として行われ、深い除痛が得られる。ギプスが必要な時は締めすぎによる神経損傷を生じることがあり禁忌となる。具体的には、肋間神経ブロック・腋窩神経ブロック・など。肋間神経ブロックに関して、肋間神経や肋間動脈は肋骨下縁に沿って走行していることを確認しておきましょう。

.胸膜間鎮痛法

胸膜間腔に留置したカテーテルから局所麻酔薬を注入する方法。片側の多数の肋間神経ブロックができるので、胆摘後・脾摘後・腎摘後・乳房オベ後に適する。当然ながら気胸が最大の副作用である。

「5」 麻酔中の呼吸循環管理におけるモニターを挙げよ。

(解答) (1995年度第3問参照)

<呼吸器系>

呼吸数、呼吸パターン、バッグの動き、気道内圧計、酸素濃度計、炭酸ガス分圧計(カプノグラム)、流量計、パルスオキシメーター、血液ガス分析装置、麻酔ガス濃度計

<循環器系>

心電図、心拍数、血圧(観血的、非観血的)、中心静脈圧、肺動脈・肺動脈楔入圧・心拍出量

(解説)

<呼吸器系>

【気道内圧】

気道内圧の上昇は、肺コンプライアンスの低下、回路や気管内の狭窄で起こる。また、呼吸回路がもれたり外れたりした場合は、圧が上昇する。

【酸素濃度】

十分な酸素が供給されているかどうか。

【流量】

一回換気量、分時換気量を測定する。実測値と人工呼吸器の設定換気量との差は、回路が漏れたり、肺コンプライアンスが低下したりした時に見られる。

【パルスオキシメーター】

非観血的、持続的に動脈血酸素飽和度を測定する。本来の酸素飽和度 SaO_2 と区別するために SpO_2 と記載される。

【血液ガス】

pH、 PaO_2 、 $PaCO_2$ 、base excess(B.E.)、 HCO_3^- 、 SaO_2 を測定・算出する。酸素化・換気の最終結果としてのデータが得られるし、酸塩基平衡の評価ができる。

【炭酸ガス分圧】

適正な肺泡換気量や $PaCO_2$ の推定、炭酸ガス排出量、波形の変化などを知ることができる。きれいな波形が出ていることも重要。

<循環器系>

【心電図】

麻酔中に使用する心電図は、通常の診断用のものと異なるので、診断するには制限がある。しかし、心拍数・不整脈・ST変化などが経時的に見られる点が重要である。

【血圧】

通常非観血的血圧測定のほかに、橈骨動脈などを用いる観血的動脈圧測定をすることがある。一心拍ごとの血圧を測定できるので、変動の激しい時、心臓手術の時、低血圧麻酔などに利用される。

【中心静脈圧】

静脈還流、末梢血管の緊張、右心機能によって変化する。麻酔中は、出血が予想される時の静脈還流の指標、カテコラミンの投与、右心不全の診断に利用する。術後にはカテーテルを経静脈栄養用に利用する。

【肺動脈・肺動脈楔入圧・心拍出量】

循環血液量の過不足、左心機能の評価に有用である(肺動脈楔入圧は左心房圧を反映することに注意)。そのため、ショック患者、心機能の低下した患者、心臓手術患者などに使用される。

1996年度麻酔科卒業試験問題

「1」 (1999年度第3問(2)と同じ)

「2」 (1997年度第2問と同じ)

「3」 麻酔の役割と麻酔の四大要素との関係を述べ、それぞれの要素に対する薬物について述べよ。

(解答)

麻酔の役割は、手術の際に、患者の生命を維持管理し、患者の精神を安定させ、手術をしやすくすることである。一方麻酔の四大要素は、意識の消失、鎮痛、筋弛緩、有害反射の除去である。まず患者の生命

を維持するために、呼吸系・循環系・肝腎機能・内分泌系・自立神経系を管理する。次に患者の精神を安定させるには、意識の消失、鎮痛が必要である。そして手術をしやすくするには、鎮痛、筋弛緩、有害反射の除去が必要である。

意識の消失と鎮痛は、全身麻酔により達成される。全身麻酔では脳内痛覚路ないし脳皮質覚中枢を遮断することによって、痛みに対して感覚をなくさせ、また意識も消失させる。その全身麻酔は、薬物を取り入れる経路により、吸入麻酔と静脈麻酔に分けられる。吸入麻酔薬には、笑気(亜酸化窒素)・イソフルラン・セボフルラン・エンフルラン・ハロセンなどがある。笑気には筋弛緩作用はないが、その他のものには中程度の筋弛緩作用がある。静脈麻酔には、チオペンタール・チアミラール・ペントバルビタール・ケタミンなどがある。チオペンタールとチアミラールは超短時間作用性バルビタール剤で、ペントバルビタールは短時間作用性バルビタール剤である。これらは睡眠作用を主体としたものであり、鎮痛作用はなく、筋弛緩作用も十分でない。一方ケタミンは、大脳皮質や視床を抑制するが大脳辺縁系は逆に賦活されてしまうため、解離性麻酔薬と呼ばれる。ケタミンには、鎮痛作用はある。

局所における鎮痛作用は、局所麻酔により達成される。局所麻酔は神経細胞膜に作用し、その脱分極を阻害することで、投与した局所における神経の興奮ならびに伝導を阻止する。局所麻酔薬は、化学構造の違いによりエステル型とアミド型に分けられる。エステル型にはプロカイン・テトラカインがあり、アミド型にはピバカイン・メピバカイン・リドカイン・ジブカインがある。表面麻酔、局所浸潤麻酔、神経ブロック、脊椎麻酔、硬膜外麻酔の際に用いられる。

鎮痛作用を持つ薬物には他に、合成麻薬であるフェンタニルや拮抗性鎮痛薬であるペンタゾシン(ソセゴン)がある。フェンタニルは、NLA 原法でドロペリドールとともに投与される。ペンタゾシンは NLA 変法でジアゼパムとともに投与される。

麻酔で使用される筋弛緩薬は、神経筋接合部で筋肉終板のニコチン作動性アセチルコリン受容体を遮断することにより、骨格筋を可逆的に弛緩する薬剤である。非脱分極性筋弛緩薬には、ベクロニウム・パンクロニウム・ツボクラリンがある。脱分極性筋弛緩薬には、スキサメトニウム(サクシニルコリン)がある。

有害反射の除去に関しては、腹腔内操作に伴う腹腔内神経叢反射により低血圧などが引き起こされるが、その際には心血管作動薬を投与する必要がある。またチアミラールの副交感神経刺激作用に対して、麻酔前投与としてアトロピンやスコポラミンを用いて副交感神経を抑制する。

「4」 適切な言葉を()内に入れよ。

- (1) 成人用気管内チューブと小児用のそれとの違いは(1)である。
- (2) 笑気(ヒト)の MAC は(2)である。
- (3) 緊急手術の麻酔導入において最も気をつけることは(3)である。
- (4) 麻酔維持において通常、笑気(4) L/min、酸素(5) L/min、イソフルレン(6)%を用いる。
- (5) 全身麻酔と硬膜外麻酔を併用する麻酔も(7)麻酔の一種である。
- (6) 麻酔薬が原因で発熱が起こり重篤状態になることを(8)症と言う。
- (7) 挿管を深くしすぎると(9)側の片肺挿管となる。
- (8) 混合静脈血の酸素分圧は(10) mmHg で、炭素ガス分圧は(11) mmHg である。

<解答> (1) カフの有無 (2) 最大(もしくは 105) (3) 誤嚥の防止 (4) 4 (5) 2 (6) 1 (7) 全身

(8) 悪性高熱 (9) 右 (10) 40.0 (11) 46.0

<解説>

- (1) 成人用気管内チューブにはカフがあり、小児用の気管内チューブにはありません。小児の気管はもともと細い上、カフで外的圧迫を加えることで浮腫を起こし抜管後に悪影響を残す。
- (2) 笑気の MAC は最大で 105 です。一応つけ加えておくと、MAC (minimum alveolar concentration) とは、皮膚切開を加えた時に 50%の人が痛みを感じない最小の肺胞内濃度のことです。
- (3) 詳しく書けば、「胃内容の誤嚥を防ぐために意識下での気管内挿管、迅速な導入を行い、なるべくなら全身麻酔を避けて局所麻酔を行うこと」となります。緊急手術の場合、既往歴や薬歴が十分把握できず、検査も十分出来ません。また、呼吸、循環系に問題を抱えたまま開始することが多くなります。例えば、低酸素状態、ショック状態、full stomach などのケースです。だから、解答としては他に「アナフィラキシーショック」「低酸素状態」「ショック状態」なども考えられるかも知れません。
- (6) ハロセンとサクシニルコリンで起こります。死亡率は 60-70% にものぼります。
- (7) 解剖学的に右側の気管支の方が気管に対する角度が小さいので、右側の片肺挿管になる危険が大です。

当然、異物も右に入りやすくなります。

1995 年度麻酔科卒業試験問題

「1」 気管内挿管について以下の内容について説明せよ。

- (1)挿管チューブの種類
- (2)挿管の深さ
- (3)成人と小児の挿管チューブの相違点
- (4)緊急手術時の気管内挿管の方法と留意点

(解答)

- (1)小児用レイチューブ、小児用ポーテックスチューブ、成人用経鼻レイチューブ、成人用経口レイチューブ、成人用経口チューブなどがある。また特殊チューブとしては、左右分離換気が可能なダブルルーメンチューブ、一側肺のみの換気ができる可動性ブロッカー付きチューブ、喉頭手術用チューブ、屈曲・閉塞を防止するためにナイロンらせんが入っているスパイラルチューブ、などがある。
- (2)挿管チューブのカフが声門を超えた位置に固定する。
- (3)成人ではカフ付きチューブを用いる。小児では気管壁の損傷を避けるためにカフなしが一般的であるが、口腔内操作により血液の気管内誤嚥が予想される場合にはカフ付きを用いることも必要となる。
- (4)緊急手術時などでは胃内容が充満している場合もあり、麻酔導入時に嘔吐や逆流による誤嚥性肺炎をきたす可能性がある。このような場合には[1]意識下挿管法や[2]Crash induction 法の適応となる。

[1]意識下挿管法

ジアゼパムやドロペリドールによる軽度の鎮静と 経皮的気管内局所麻酔薬の注入(2~4%リドカイン、2~3ml)が意識下挿管を容易にする。挿管後は速やかにカフを膨らませてから麻酔薬を投与する。

[2]Crash induction法

5分間ほど100%酸素を吸入させる。陽圧呼吸は絶対に行わない。

非脱分極性筋弛緩薬(クラレ3mg、バンクロニウム1mg)を投与して、サクシニルコリンによる筋痙攣に伴う胃内容の逆流を防止する。

2~3分後にチオペンタールないしサイアミラールで急速導入して、サクシニルコリン(1.5mg/dl)を静注する。

呼吸停止を見たら介助者にSellick法による輪状軟骨を後方に圧迫することで食道を閉鎖させ速やかに挿管しカフを膨らませる。

麻酔機に接続して陽圧呼吸を行う。

「2」 低血圧麻酔について以下の内容について説明せよ。

- (1)本法の目的
- (2)用いられる事例
- (3)施行に際しての注意点

(解答)

- (1)血管拡張薬、節遮断薬、深麻酔、体位変換、高位脊椎麻酔、硬膜外麻酔などにより、麻酔中に心拍出量や末梢血管抵抗を減少させ、人為的に動脈圧を低下させて手術中の出血を最小限に押さえるようとする。
- (2)術中の出血量を少なくしたい場合、もしくは深部の手術で術野の無血化を必要とする場合に用いられる。主な適応としては、脳神経外科手術、頭頸部の手術、側彎症根治術等の整形外科領域の大手術、大血管の手術、輸血の出来ない患者の手術、などがある。
- (3)低血圧麻酔を行う場合、血圧降下とともに、脳・肝・腎などの主要臓器への酸素供給を適切に保つことが極めて重要である。

[1] 脳循環：

正常血圧では $PaCO_2$ の値と脳血流は平行に動くが、平均動脈圧50mmHg以下では $PaCO_2$ の値に反応せず、脳代謝に異常をきたすので注意する。また、脳血流は脳灌流圧(=平均動脈圧-頭蓋内圧または頭蓋内静脈圧)に依存しており、脳圧亢進患者、陽圧呼吸、PEEPの使用時では静脈圧が上昇し脳灌流圧は低下している。動脈圧が自己調節機構の限界以下に低下すると、組織の乳酸性アシドーシスが生じ、脳波の変化も生じる。

[2] 冠循環：

冠血流量は平均動脈圧によって左右される。また、酸素の減少、PaCO₂の増加、アシドーシス、Kの上昇なども冠血流量を増加させ、動脈圧が60mmHg以下では心電図上に虚血性変化を認めることがあり、通常冠不全患者の低血圧麻酔は禁忌である。

[3] 呼吸機能：

低血圧麻酔により心拍出量は減少すると、生理学的死腔が増大することが知られている。また、低酸素性肺血管収縮反応も阻害され、肺シャント率の増加をもたらす。したがって低血圧麻酔時には調節呼吸にて呼吸管理することが望ましい。

[4] 腎臓：

腎血流の自己調節機構は平均動脈圧が80～180mmHgの範囲で働き、それ以外の範囲では平均動脈圧の増減に左右される。ニトロプルシッド、トリメタファンでは低血圧時、腎血流量は優位に減少するが、血圧の上昇とともに優位に改善される。ニトログリセリンの腎血流量に与える影響は少ないとされる。プロスタグランジンE₁は腎血管を拡張させ腎血流の増加を引き起こす。低血圧麻酔の合併症として腎機能不全を認めることは少なく短時間の低血圧は腎機能を悪化させることはない。

[5] 肝臓：

冠血流の70%は門脈から、残りの30%は肝動脈より供給されている。門脈系には血流の自己調節機構はなく、肝動脈のそれも十分ではない。このように低血圧麻酔時には肝機能障害を起こす恐れがある。

「3」 麻酔中のモニタリングについて以下の内容について説明せよ。

- (1) 呼吸のモニタリング
- (2) 循環のモニタリング

(解答)

麻酔薬は、静脈麻酔薬・吸入麻酔薬・局所麻酔薬の別を問わず、中枢神経系、心循環系、呼吸系に対して抑制的に作用する。この抑制作用は高齢者やリスクの高い患者などで生理的な予備力の低下している場合には著明に現れる。麻酔管理の上で患者の経時的・連続的監視(モニタリング)が必要とされる所以である。

(1)呼吸系のモニタリング

- [1]換気量、換気回数、回路内圧：人工呼吸器に付属したものと、別個のものがある。
- [2]呼気ガス：呼気終末炭酸ガス分圧は換気のモニターになる。座位で開頭術を行う時に空気塞栓が起こりやすいが、この時炭酸ガス分圧は低下する。
- [3]酸素濃度：吸入酸素濃度をモニターし、異常な濃度、笑気を切る時の誤作動を防止できる。
- [4]圧警告装置：酸素供給源の供給圧が下がった時や、人工呼吸器使用時の気管内チューブのトラブル時に警報を発する。

(2)循環系のモニタリング

- [1]心電図：通常、観血的動脈圧、中心静脈圧等と同時に表示できる。心電図は心筋の脱分極の状態や不整脈をチェックできるが、心拍出量や末梢循環の指標にはならない。
- [2]動脈圧：非観血的測定法として触診法、聴診法、超音波ドップラー血圧計がある。観血的方法は圧トランスducerを用いるが、患者に対する高さによって測定値が変わるので注意を要する。
- [3]中心静脈圧：心臓のポンプ作用、循環血液量、末梢血管の緊張状態に影響される。一般に輸液・輸血の目安となる。カテーテル導入部位は肘静脈、鎖骨下静脈、外頸静脈、内頸静脈を用いる。
- [4]肺動脈圧、肺動脈楔入圧：肺動脈カテーテル(例えばSwan-Ganzカテーテル)を挿入して測定する。上記の他に心拍出量、中心静脈圧、混合静脈血に関する情報が得られ、心係数、肺血管抵抗、体血管抵抗等を算出する。

「4」 正しいものの番号を後の空欄に記入せよ。(誤った番号を記入した場合は減点する)

- (1) 低カリウム血症はアルカローシスで起こる。

- (2) 赤血球濃厚液のヘマトクリット値は 90% である。
- (3) 術中の輸血必要量は、「基礎代謝量 + 術中喪失量」として見積もる。
- (4) 第 7 頸髄神経は第 7 頸椎の下側より出る。
- (5) ドロペリドールは錐体外路症状を生じる。
- (6) エーテルの合成は約 400 年前に行われた。
- (7) 華岡青洲が通仙散を用いて全身麻酔を行ったのは 18 世紀中頃である。
- (8) ペラドンナ系薬物には塩酸ヒドロキシジンがある。
- (9) ハロタンの代謝率は約 50% である。
- (10) CPAP は自発呼吸下で PEEP を負荷する方法である。

(解答) (1) (2) × (3) × (4) × (5) (6) (7) × (8) × (9) × (10)

(解説)

- (1) アルカローシスになると、 $H^+ - K^+$ exchangeによりKが細胞内に移行するため低K血症になる。
- (2) MAP 液の Ht 値は、文献によって異なりますが、65~80% とされています。
- (3) 輸液の概念として、次の重要な 3 因子を頭に入れましょう。

- 1) 基礎必要量 (維持量)
- 2) これまでの水分・電解質の欠乏・過剰量
- 3) 予測喪失量
 - a. 尿量
 - b. 不感蒸泄と発汗
 - c. 消化管からの喪失
 - d. *third space への喪失

従って、問題文の基礎代謝量が 1) と同じ意味であるとしても、「基礎代謝量 + 術中喪失量 + 予測喪失量」となるはずでず。

*third space : 手術や外傷などの侵襲が加わると、出血以外にも細胞外液 (ECF) の減少が著しいと言われており、この減少の原因が挫滅組織、腸管腔内、細胞内への移行によると考えられており、これを third space fluid 又は非機能的 ECF と称している。

- (4) 頸椎が 7 つなのに頸髄神経が 8 つあることを思い出せばよいでしょう。第 7 頸髄神経は第 6 頸椎と第 7 頸椎の間から出ます。
- (5) プチロフェノン系麻酔薬はドパミン抑制作用を持ち、錐体外路症状をきたす。
- (6) エーテルは 1540 年に Cordus によって発見され、1842 年 Clark, Long が臨床応用を始め、1846 年 Morton によって世の中に普及することになる。
- (7) 華岡青洲の有名な通仙散は 1804 年に使われました。
- (8) ペラドンナ系薬物は、唾液・気管内分泌物の抑制と手術麻酔中の副交感神経反射の防止を目的として使われる抗コリン薬で、アトロピンとスコポラミンがその代表である。一方、塩酸ヒドロキシジンはジフェニルメタン誘導体で、抗不安薬として用いる。
- (9) halothane は体内で 20~30% が代謝される。
- (10) 機能的残気量を増やし、肺内シャントを減らして PaO₂ を上げる。