

〈資料：分析機器・試薬アナリスト認定試験問題と解説〉

平成28年 分析機器・試薬アナリスト認定試験問題と解説

沼上 清彦、三橋 倫誉、池谷 均、小川 善資

- ある物質 (mw=40) の0.25 mol/L溶液は何% (w/v) か。
 - 0.10%
 - 0.20%
 - 0.25%
 - 1.0%
 - 4.0%
- 0.001 mol/L HClのpHはおよそいくらか。
 - 1
 - 2
 - 3
 - 4
 - 5
- pH 7.4のリン酸緩衝液を調製するとき、 Na_2HPO_4 と NaH_2PO_4 の比をいくりにしたらよいか。ただし、ヘンダーソン-ハッセルバルヒ式を $\text{pH} = \text{pKa} + \log\left[\frac{\text{塩}}{\text{酸}}\right]$ 、リン酸の $\text{pKa}=7.1$ 、 $\log 2=0.30$ とする。
 - 2:1
 - 3:1
 - 4:1
 - 1:2
 - 1:3
- Daは何の単位か。
 - 酵素活性
 - 質量
 - 分子量
 - 原子数
 - 中性子数
- アルドースはどれか。2つ選べ。
 - マンノース
 - リボース
 - リブロース
 - フルクトース
 - キシロース

6. 嫌氣的解糖の代謝終産物はどれか。
- ① 尿酸
 - ② 乳酸
 - ③ ピルビン酸
 - ④ アスパラギン酸
 - ⑤ クエン酸
7. ケトン体はどれか。2つ選べ。
- ① オキサロ酢酸
 - ② アセト酢酸
 - ③ アセチルCoA
 - ④ アセトン
 - ⑤ α -ケトグルタル酸
8. ある塩基性アミノ酸が、 $pK_1=4$ 、 $pK_2=8$ 、 $pK_3=12$ であれば、このアミノ酸の等電点 (pI) に最も近いのはどれか。
- ① 4
 - ② 6
 - ③ 8
 - ④ 10
 - ⑤ 12
9. オルニチン回路について正しいのはどれか。2つ選べ。
- ① 尿素回路ともいわれる。
 - ② 生成物はアンモニアである。
 - ③ 腎臓で行われる代謝である。
 - ④ 尿素の解毒機構である。
 - ⑤ 回路上の物質はすべてアミノ酸に属する。
10. 1モルのNADHは呼吸鎖で何モルのATPに変換されるか。
- ① 1モル
 - ② 2モル
 - ③ 3モル
 - ④ 4モル
 - ⑤ 6モル
11. 不飽和脂肪酸はどれか。2つ選べ。
- ① アラキジン酸酸
 - ② ステアリン酸
 - ③ リノール酸
 - ④ パルミチン酸
 - ⑤ リノレン酸

12. タンパク質について誤っているのはどれか。

- ① 一次構造は、アミノ酸の配列のことをいう。
- ② 二次構造は、水素結合により形成される規則性をもった立体構造をいう。
- ③ 三次構造は、1本のポリペプチド鎖がとる立体構造全体である。
- ④ 四次構造は、複数のサブユニットの会合である。
- ⑤ 変性すると分子量が減少する。

13. ヒトプリン体の代謝終産物は何か。

- ① シアル酸
- ② 乳酸
- ③ アラントイン
- ④ 尿酸
- ⑤ 尿素

14. バソプレッシンの説明で、誤っているのはどれか。

下垂体前葉から分泌される抗利尿ホルモンで、腎臓に働いて水の再吸収を増やして血液量を増加させ、さらに血管壁の平滑筋を収縮させて、血管抵抗を高めることにより血圧を上昇させる。

- ① 下垂体前葉から分泌されること
- ② 抗利尿ホルモンであること
- ③ 腎臓に作用すること
- ④ 血管を収縮させること
- ⑤ 血管抵抗を高めること

15. ビタミンB1について誤っているのはどれか。

水溶性ビタミンに分類され、化合物名はリボフラビンである。補酵素TPPの成分であり、TPPがピルビン酸デヒドロゲナーゼ複合体の補酵素なので、ビタミンB₁が欠乏すると解糖系による生成物のピルビン酸がアセチルCoAを経てTCAサイクルに入ることができないことに起因して、脚気、神経炎、ウェルニッケ脳症などの様々な症状を呈する。

- ① 水溶性ビタミンであること
- ② 化学名称がリボフラビンであること
- ③ TPPの成分であること
- ④ ピルビン酸デヒドロゲナーゼ複合体の補酵素であること
- ⑤ 欠乏症にウェルニッケ脳症があること

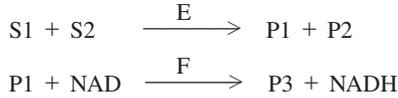
16. 血糖の検査に使用する血液はどれか

- ① 無添加全血
- ② シュウ酸加血
- ③ ヘパリン加血
- ④ EDTA-2Na加血
- ⑤ NaF-EDTA-2Na加血

生物試料分析

17. ヘキソキナーゼ・グルコース-6-リン酸デヒドロゲナーゼ (HK-G6PDH) 法によるグルコース測定について誤っているのはどれか
- ① NADPHの増加を測定する
 - ② HKは Mg^{2+} により活性化される
 - ③ HKはD-グルコースの β 型とのみ反応する
 - ④ 日本臨床化学会 (JSCC) の勧告法である
 - ⑤ アスコルビン酸高値による影響が少ない
18. 糖尿病の臨床診断において正しいものを選びなさい
- ① 血糖値、HbA1cともに糖尿病型は糖尿病と診断する
 - ② 血糖値のみ糖尿病型の場合は再検査を行わないで糖尿病と診断する
 - ③ 血糖値のみ糖尿病型の場合は糖尿病の典型的な症状がなくとも糖尿病と診断する
 - ④ HbA1cのみ糖尿病型の場合は再検査を行い、HbA1cのみ糖尿病型のときは糖尿病と診断する
 - ⑤ HbA1cのみ糖尿病型の場合は再検査を行い、血糖値が糖尿病型ではなくとも糖尿病と診断する
19. グルコース脱水素酵素 (GDH) 法 (補酵素にピロロキノリンキノン) を用いた簡易血糖自己測定器について正しいものを選びなさい
- ① グルコース負荷試験を実施中の患者では高値を示す
 - ② マルトースを含む輸液を投与中の患者では高値を示す
 - ③ イコデキストリンを含む透析液を投与中の患者では低値を示す
 - ④ ガラクトース負荷試験を実施中の患者では低値を示す
 - ⑤ キシロース吸収試験を実施中の患者では低値を示す
20. 正しいものを選びなさい
- ① グルコースは五炭糖である
 - ② α -D-グルコースはセルロース、 β -D-グルコースはデンプンの成分である
 - ③ アミロースはグルコースが1,4位のみでグリコシド結合したもの
 - ④ マルトースはグルコースとフルクトースが結合した二糖類である
 - ⑤ スクロースはグルコース2分子が結合した二糖類である
21. 正しいものを2つ選びなさい
- ① 糖新生は主に肝臓で行われるが、腎臓でも行われる
 - ② 解糖系でグルコース1分子を分解して生成されるATPは2分子である
 - ③ グルコースは、嫌気的条件下ではピルビン酸にまで代謝される
 - ④ 全血グルコース濃度と血清グルコース濃度は等しい
 - ⑤ グルコースオキシダーゼは α -D-グルコースに特異性が高い

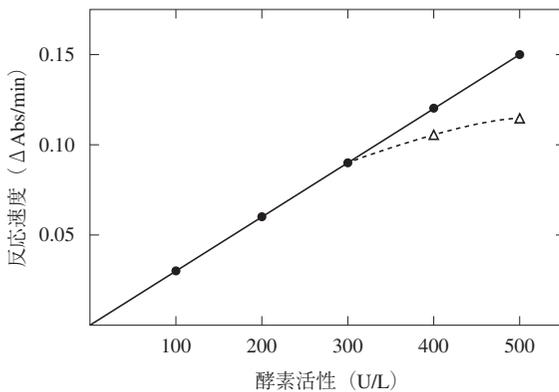
22～24. 下記の反応原理にて酵素E活性を求めていた。試薬 I 500 μLとサンプル30 μLを混和し、37℃にて5分間加熱後、試薬 II 100 μLを加え、混和後、340 nmにて吸光度変化量測定した。なお、使用した分光光度計にてNADHを測定したところ見かけのモル吸光係数は $6.3 \times 10^3 \text{ L/mol/cm}$ であった。



22. 測定試薬採用時の検討から、昨日の測定まで、問題なく測定が実施されていた。ところが、今日の測定で、精度管理用血清(100 U/L)の測定値が低値になった。ブランク (精製水)、標準物質(500 U/L)、精度管理用血清の反応速度をチェックすると、ブランクの吸光度変化量は認められず、標準物質が0.15/minで、精度管理用血清が0.027/minであった。この結果からどのようなことが考えられるか。

- ① NADが変化し、酵素Fを阻害する物質が作成された。
- ② 酵素Fの活性が低下した。
- ③ 標準物質に添加されている酵素Eが失活した。
- ④ 精度管理用血清に添加されている酵素Eが失活した。
- ⑤ 基質Aが分解した。

23. 測定上限を知るため、酵素Eの高活性検体を段階希釈し、測定した。試薬採用時の検討では500 U/Lまで、問題なく測定できていた。



図A 酵素活性の検量線

ところが、今日測定したところ、350 U/Lより高活性試料を測定すると、図Aに示すような結果となった。どのような可能性があるか。

- ① 吸光度測定部に迷光が発生した。
- ② 波長設定がズレた。
- ③ NADが保存中に劣化した。
- ④ 基質Aが分解した。
- ⑤ 高活性試料中の酵素Eが失活した。

生物試料分析

24. 基質Aは酵素Eに対して基質阻害を発生させやすく、過剰に添加することができない。その上、あまり安定性が良くないため、系統誤差を発生させやすい。なお、標準物質を用い、毎日キャリブレーションを実施している。ブランク、標準物質、精度管理用試料の測定値がどの様に変化にする可能性があるか。
- ① 精度管理用の測定値 (U/L) が次第に小さくなる。
 - ② 標準物質も、精度管理用試料の吸光度変化 ($\Delta \text{Abs}/\text{min}$) が次第に小さくなる。
 - ③ ブランク活性が次第に小さくなる。
 - ④ 高活性検体を用いた段階希釈では高活性部分のみが低値に測定される。
 - ⑤ 標準物質の吸光度変化($\Delta \text{Abs}/\text{min}$) のみが次第に小さくなる。
- 25～27 ヘキソキナーゼ(HK)とグルコース6-リン酸デヒドロゲナーゼ(G6PD)を用い、グルコース濃度をエンドポイントにて求めた。反応は所定の時間内に終了した。測定は最終生成物であるNADHで、モル吸光係数は $6.3 \times 10^3 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$ で、光路長1.0 cmのセルを用いて測定した。以下の設問に答えなさい。
- なお、測定方法は試薬 I 570 μL とサンプル10 μL を混和し、37℃にて5分間予備加温し、試薬 II 50 μL を加え、3分間37℃にて反応させ、試薬 II 添加前後の吸光度差からグルコース濃度を求めた。なお、グルコースの分子量は180とする。
25. 180 mg/dLのサンプルを測定した。試薬 II 前後の吸光度差はいくらになると予想されるか。
- ① 0.30
 - ② 0.40
 - ③ 0.50
 - ④ 0.75
 - ⑤ 1.00
26. 測定でき最小の吸光度差が0.0001とすると、正しく測定できる濃度差 (グルコース濃度 : mg/dL)はどの程度以上の濃度と推定できるか。
- ① 0.018 mg/dL
 - ② 0.08 mg/dL
 - ③ 0.18 mg/dL
 - ④ 0.8 mg/dL
 - ⑤ 1.8 mg/dL
27. 測定可能な最大の吸光度が4.0で、試薬にもサンプルにも吸光度を有するものが無かったものとする。測定できる最大のグルコース濃度はいくらと予測されるか。
- ① 1.240 mg/dL
 - ② 2.360 mg/dL
 - ③ 3.480 mg/dL
 - ④ 4.720 mg/dL
 - ⑤ 5.960 mg/dL

28. 測定上限を2倍に上げたい。試薬、分析機器をそのままにして、測定操作法のみを変更して対応したい。どの様にすれば良いか適切なものを選べ。
- ① 試薬Ⅰと試薬Ⅱ添加順序を変える。
 - ② 試薬Ⅰ添加量を570 μL から235 μL に変える。
 - ③ 試薬Ⅱ添加量を100 μL に変更する。
 - ④ 試薬Ⅰと試薬Ⅱの使用量をともに1/2にする。
 - ⑤ サンプル量を1/2にする。
29. デルタチェック法は有効な精度管理法として広く利用されている。問題点として考えられることは何か。2つ選べ。
- ① 理論的なチェック法が軽視される。
 - ② 病態変化と測定値変化の関係が無視しされる。
 - ③ 精度管理試料を用いる精度管理法が軽視される。
 - ④ 検査項目間チェックが軽視される。
 - ⑤ 分析技術の評価が軽視される。
30. 理論チェック法に用いられる検査項目の組み合わせで、誤っている組み合わせはどれか。
- ① アルブミン ————— コリンエステラーゼ
 - ② 尿タンパク ————— 血清コレステロール
 - ③ サイロキシシン ————— 血清コレステロール
 - ④ トロポニンT ————— ALT
 - ⑤ ヘモグロビンA1c ————— 尿アルブミン

正解と解説

問題1 [正解] ④

[解説] $0.25 \text{ mol/L} = 0.025 \text{ mol}/100 \text{ mL} = 0.025 \times 40 \text{ g}/100 \text{ mL} = 1.0 \text{ g}/100 \text{ ml} = 1.0(\text{w/v})\%$

問題2 [正解] ③

[解説] HClは強酸であり、 0.001 mol では電離度がほぼ1なので、 $\text{HCl} \rightarrow \text{H}^+ + \text{Cl}^-$ となり、

$[\text{H}^+] = 0.001 \text{ mol/L} = 10^{-3} \text{ mol/L}$ である。

$\text{pH} = -\log [\text{H}^+] = -\log [10^{-3}] = 3\log 10 = 3$

問題3 [正解] ①

[解説] ヘンダーソン-ハッセルバルヒ式を用いる。

$$\text{pH} = \text{pKa} + \log \frac{[\text{塩}]}{[\text{酸}]} = 7.1 + \log \frac{[\text{Na}_2\text{HPO}_4]}{[\text{NaH}_2\text{PO}_4]} = 7.4$$

$$\frac{[\text{Na}_2\text{HPO}_4]}{[\text{NaH}_2\text{PO}_4]} = x \quad \text{とすると} \quad \log x = 7.4 - 7.1 = 0.3$$

よって $x = 2$ となり、 $[\text{Na}_2\text{HPO}_4] : [\text{NaH}_2\text{PO}_4] = 2 : 1$

問題4 [正解] ②

[解説] Daは分子量の単位ではなく「質量」を示している。ちなみに分子量は無単位である。

問題5 [正解] ①, ②

[解説] ケトースとは鎖状構造の内部にカルボニル基(ケトン基、 $-\text{CO}-$)をもつ単糖類の総称である。代表的なものは六炭糖のフルクトース(レブロース)であるが、五炭糖のキシロースやリブロースもある。

問題6 [正解] ②

[解説] 解糖系は嫌気的条件下でも好気的条件下も進行し、好気的な場合はピルビン酸が終点で、ミトコンドリアに運ばれて、アセチルCoAを経てTCAサイクルで完全燃焼される。これに対して、嫌気的な場合は乳酸が終点である。

問題7 [正解] ②, ④

[解説] ケトン体はアセトン体ともいい、アセト酢酸、3-ヒドロキシ酪酸、アセトンがある。飢餓状態や糖尿病のときに血中に増加する。正常な糖代謝の場合は、解糖系や脂肪酸の β 酸化などで得られたアセチルCoAと解糖系やTCAサイクル由来のオキサロ酢酸からTCAサイクルの出発物質であるクエン酸が生成されるが、飢餓状態や糖尿病の場合は、細胞内のグルコース濃度が低下するため、解糖系が働かない。解糖系によるエネルギー生成反応を補完するため、 β 酸化が亢進してATPと共にアセチルCoAを過剰に生成するが、解糖系由来のオキサロ酢酸が欠乏しているため、クエン酸がうまくできず、過剰のアセチルCoAがケトン体に代謝される。

問題8 [正解] ④

〔解説〕塩基性アミノ酸の等電点 (pI) は、 $pI = (pK_2 + pK_3) / 2$ である。したがって、このアミノ酸の等電点は、 $pI = (8 + 12) / 2 = 10$ である。

問題9 [正解] ①, ⑤

〔解説〕オルニチン回路は尿素回路ともいわれ、アミノ酸の分解で生じた毒性の強いアンモニアを無毒の尿素に変換する反応であり、肝臓のもつ解毒機構の一つである。アンモニアと二酸化炭素からカルバモイルリン酸を生成し、これが尿素回路にあるオルニチンと反応してシトルリンになり、さらにアルギノコハク酸を経てアルギニンになる。アルギニンはアルギナーゼの作用で尿素を切り離してオルニチンに戻る。尿素回路上の物質、オルニチン、シトルリン、アルギノコハク酸、アルギニンはすべてアミノ酸に属する。

問題10 [正解] ③

〔解説〕ミトコンドリア内膜の呼吸鎖（電子伝達系）は、酸素を電子受容体として酸化還元反応が連鎖的に起こり、電子の移動が行われる系である。すなわち脱水素反応で生じた水素が酸素を還元して水を生成し、このとき膜を介して H^+ が移動する際の電気化学ポテンシャルにより、ATPが合成される。NADHからは3ATPが、 $FADH_2$ からは2ATPができる。

問題11 [正解] ③, ⑤

〔解説〕脂肪酸はアルキル基の二重結合の有無から、飽和脂肪酸と不飽和脂肪酸に分類される。パルミチン酸は C_{16} の、ステアリン酸は C_{18} の、アラキジン酸は C_{20} の飽和脂肪酸。オレイン酸は C_{18} のモノエン脂肪酸、リノール酸は同ジエン脂肪酸、リノレン酸は同のトリエン脂肪酸。エン (ene) は二重結合を示す接尾語である。

問題12 [正解] ⑤

〔解説〕タンパク質の四次構造とは、三次構造をもつタンパク質を一つの単位（サブユニット）として複数のサブユニットが集合体をつくったもの。多くの場合、非共有結合で会合している。

問題13 [正解] ④

〔解説〕ヒトのプリン体は尿酸に代謝され、尿中に排泄される。一方、ピリミジン体は一定の代謝物を与えない。アラントインは尿酸にウリカーゼが作用した生成物で、霊長類のヒト上科を除いたほとんどの哺乳類のプリン体代謝終産物である。

問題14 [正解] ①

〔解説〕バソプレッシンは、下垂体後葉から分泌される抗利尿ホルモンで、腎臓に働いて水の再吸収を増やして血液量を増加させ、さらに血管壁の平滑筋を収縮させて、血管抵抗を高めることにより血圧を上昇させる。このことから心静止 (asystole) 患者に対しては、アドレナリンと同様にバソプレッシンが投与されている。

問題15 [正解] ②

〔解説〕ビタミン B_1 は化合物名をチアミンといい、水溶性ビタミンに分類される。補酵素TPP（チアミンピロリン酸）の成分であり、TPPがピルビン酸デヒドロゲナーゼ複合体の補酵素なので、これが欠乏すると解糖による生成物ピルビン酸がアセチルCoAを経てTCAサイクルに入ることができないことに起因して、脚気、神経炎、乳酸アシドーシス、ウェルニッケ

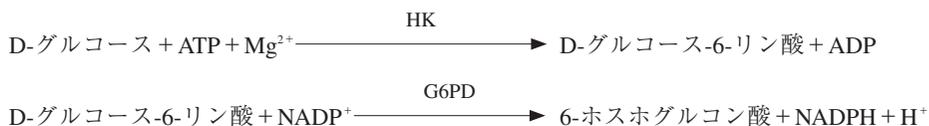
脳症などの様々な症状を呈する。中でも重篤な乳酸アシドーシスは死に至ることがある。

問題16 [正解] ⑤

解糖阻止剤を添加しないと、おおよそ15mg/dL/時で測定値が低下します。多くの施設で解糖阻止剤としてNaFを用いていますが、NaFはエノラーゼに作用して解糖を阻止していると言われています。エノラーゼは解糖系の後半なので、NaFが添加されていても解糖は進んでしまい、約60分後に停止します¹⁾。病棟などで採血してもらった場合、検体を放置する事なく、検査室へ届くようにしておく必要があります。また、NaFに抗凝固作用は無くEDTAなどと一緒に用いられます。

問題17 [正解] ③

HK-G6PDH法は、ATPおよびマグネシウムの共存下でグルコースにヘキソキナーゼ (HK) を作用させ、グルコース-6-リン酸 (G-6-P) とし、これをNADP⁺共存下でグルコース-6-リン酸脱水素酵素 (G-6-PDH) を作用させ、生成したNADPHの吸光度を340nmで測定する方法です。還元性物質の影響を受けにくく、D-グルコースに反応する特異性の高い方法です。



問題18 [正解] ①

糖尿病と診断するには、慢性の高血糖状態を確認しなくてはなりません。確認には血糖値の状態により、糖尿病型、正常型、境界型の3つの型に分けます。型分けに使用される検査値が、75g経口糖負荷試験 (OGTT) の空腹時血糖値と2時間血糖値、随時血糖値、HbA1c値です (表1)。

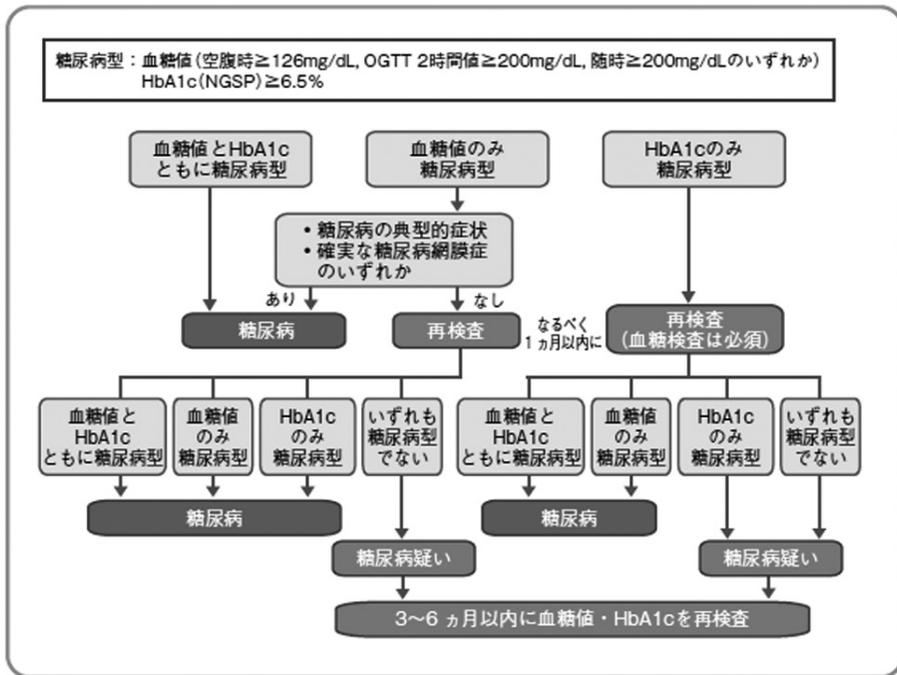
表1 空腹時血糖値および75 g経口糖負荷試験 (OGTT) 2時間値の判定基準 (静脈血漿値, mg/dL)

	正常域	糖尿病域
空腹時域	<110	≥126
75 gOGTT2時間値	<140	≥200
75 gOGTTの判定	両者をみたまのものを正常型とする	いずれかをみたまのものを糖尿病型*とする
	正常型にも糖尿病型にも属さないものを境界型とする	

*随時血糖値≥200mg/dLおよびHbA1c≥6.5%の場合も糖尿病型とみなす (科学的根拠に基づく糖尿病診療ガイドライン2013引用)

そして、別の日に行った検査で糖尿病型が2回以上認められれば、糖尿病と診断できます。ただし、HbA1cのみの反復検査による診断は不可とされています。また、血糖値とHbA1cが同一採血で糖尿病型を示すことが確認されれば、1回の採血だけでも糖尿病と診断できます (図1)。その他に、血糖値が糖尿病型で、糖尿病の典型的な症状 (口渇、多飲、多尿、体重減少) の存在、もしくは確実な糖尿病網膜症の存在がある場合、1回の検査だけでも糖尿病と診断できます。

図1 糖尿病の臨床診断のフローチャート



日本糖尿病学会では、血糖値とHbA1cの同日測定を推奨しています。また、明らかな糖尿病の症状が存在するものを除き、下記条件に該当する場合には、OGTTを行って耐糖能を確認することも推奨しています²⁾。

●75g経口糖負荷試験（OGTT）が推奨される場合

1. 強く推奨される場合（現在糖尿病の疑いが否定できないグループ）
 - ・空腹時血糖値が110～125 mg/dLのもの
 - ・随時血糖値が140～199 mg/dLのもの
 - ・HbA1cが6.0～6.4%のもの（明らかな糖尿病の症状が存在するものを除く）
2. 行うことが望ましい場合（糖尿病でなくとも将来糖尿病の発症リスクが高いグループ：高血圧・脂質異常症・肥満など動脈硬化のリスクを持つものは特に施行が望ましい）
 - ・空腹時血糖値が100～109 mg/dLのもの
 - ・HbA1cが5.6～5.9%のもの
 - ・上記を満たさなくても、濃厚な糖尿病の家族歴や肥満が存在するもの

▶妊娠糖尿病について³⁾

妊娠中の耐糖能異常は、胎児や母体に大きな影響を与えるので、妊娠初期と中期（24～28週）に随時血糖や空腹時血糖、および50 g糖負荷試験（OGTT）を用いてスクリーニング検査をしています。スクリーニング陽性であった人には75 g OGTTを行い、次の診断基準により診断します。

妊娠糖尿病：75 g OGTTにおいて次の基準の1点以上を満たした場合に診断します。

1. 空腹時血糖値 ≥ 92 mg/dL

2. 1時間値 ≥ 180 mg/dL
3. 2時間値 ≥ 153 mg/dL

妊娠時の血糖管理目標値は、空腹時血糖値70～100 mg/dL、食後2時間血糖値120 mg/dL未満です。

問題19 [正解] ②

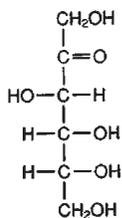
グルコース脱水素酵素の補酵素には、ニコチンアミドアデニンジヌクレオチド (NAD)、フラビンアデニンジヌクレオチド (FAD) やピロロキノリンキノン (PQQ) が用いられています。PQQを補酵素に用いたGDH法の場合、グルコース以外にマルトース、ガラクトース、マルトトリオースなどにも反応し、血中にこれらが存在すると偽高値を示します。

イコデキストリンは、トウモロコシデンプンを加水分解して作られていて、グルコースのホモ多糖なので、代謝されたマルトースに反応します。

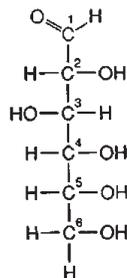
問題20 [正解] ③

糖質の基本単位が単糖類であり、構成炭素原子数によって、三炭糖 (トリオース)、四炭糖 (テトロース)、五炭糖 (ペントース)、六炭糖 (ヘキソース)、七炭糖 (ヘプトース) と呼びます。単糖は $C_nH_{2n}O_n$ (n は3以上の整数) の組成を持ちます。カルボニル基 ($>C=O$) がアルデヒド基ならアルドース、ケト基ならケトースと呼びます。

グルコースは単糖で六炭糖 (ヘキソース)、アルドースです。六炭糖 (ヘキソース) には、その他にガラクトース、マンノース、フルクトースがあります。ガラクトース、マンノースはアルドースで、フルクトースはケトースです。



D-フルクトース



D-グルコース

2つの単糖がグリコシド結合したものが二糖類です。マルトース、スクロース、ラクトースがあります。

- マルトース (麦芽糖)

水あめの主成分で2分子のD-グルコースが α 1-4グリコシド結合したもの

- スクロース (ショ糖)

グラニュー糖のことでD-グルコースとD-フルクトースが α 1-2グリコシド結合したもの

- ラクトース (乳糖)

D-グルコースとD-ガラクトースが β 1-4グリコシド結合したもの

単糖が多数グリコシド結合したものが多糖類です。同一種の単糖類からなるものをホモ多糖、2種類以上の単糖類からなるものをヘテロ多糖と言います。

• デンプン

グルコースが α -1-4結合してできるアミロースと、それに α -1-6結合の枝分かれが生じたアミロペクチンからなる α -D-グルコースのホモ多糖です。アミロースとアミロペクチンの比率で性質が変わります。

• グリコーゲン

アミロペクチンと似た構造を持ち α -D-グルコースのホモ多糖です。

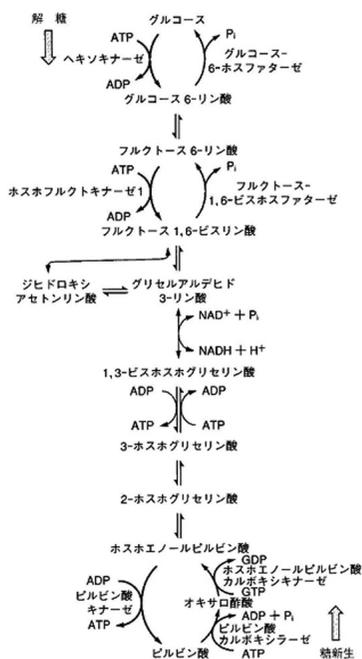
• セルロース

木綿や麻の主成分で、植物の細胞壁を構成する。 β -D-グルコースのホモ多糖です。

問題21

〔正解〕①&②

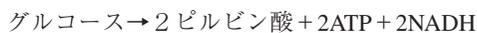
図2 糖新生と解糖の比較 (生化学基礎の基礎より引用)



糖新生が行われるのは、主に肝臓です。腎皮質でも行われますが、肝臓で行われる10%程度です⁴⁾。

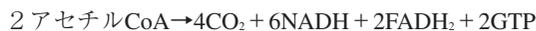
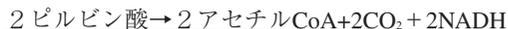
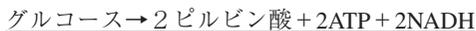
解糖系では、1分子のグルコースから2分子のピルビン酸と2分子のNADHと4分子のATPが生成されます。しかし、前半で2分子のATPが利用されるので、2分子のATPと2分子のNADHが生成されることになります。

【嫌氣的条件下】



嫌氣的条件下では、乳酸生成で2分子のNADHが利用されるので、2分子のATPが残ります。

【好氣的条件下】



好氣的条件下では最大38分子（P/O比NADH:2.5、FADH₂:1.5の場合32分子）になります。全血グルコース値については、赤血球の細胞質グルコース濃度が血清や血漿よりやや低いので、測定結果に差が出ます。約12%全血グルコースが低値になると言われています。グルコースオキシダーゼはβ-D-グルコースに特異的なので、α-D-グルコースをムタロターゼによってβ-D-グルコースに変え反応させています。

問題22～24 [正解] 22. ④ 23. ③ 24. ②

[解説]

(問題22)

酵素活性測定で、標準物質（500 U/L）と精度管理用血清（100 U/L）を測定し、どのような吸光度変化量（ΔAbs/min）となるか式1で計算する。標準物質は0.15/min、精度管理用血清は0.03/minと計算できるが、実際に測定すると0.15/minと0.027/minとなっている。標準物質は正しく測定されているため、試薬・分析機器が原因ではない。精度管理用血清の測定値が10%低値となったことは精度管理用血清の測定のみには何らかの問題が発生していると考えられる。選択肢にある酵素Eの失活と推定できる。

(問題23)

図Aのように高活性検体の測定のみが大きく低値に測定してしまう誤差は高活性試料測定で、ラグフェイスを測定してしまったからである（活性の高い検体の測定時にラグフェイスが発生し易く、低活性検体測定ではラグフェイスは発生し難い。また、共役酵素FのKm値が小さい場合図Aのような現象を起こす。Km値の大きい時には測定される酵素Eの活性に関わらず、一定の負誤差となる）。しかし、選択肢には酵素Fの失活はありませんでした。しかし、同じ症状を呈するのがNADの変性による阻害剤 I-1 と I-2 の発生による共役酵素活性の低下です。迷光も吸光度が高い部分に誤差を発生させる。しかし、この反応条件の場合、500 U/Lのサンプルを5分間反応させたとしても、吸光度は0.25にしか達しません。吸光度が高く、測定上限付近で迷光の影響が発生しますが、吸光度0.25付近で影響が出ることはほとんど有りません。

波長設定がズレた場合、測定される吸光度が次第に小さくなるが、高活性でも、低活性においても、同じ誤差を受けるため、検量線は曲がらない。

(問題24)

基質の問題が発生する場合、系統誤差となる。系統誤差発生の場合、相対分析を用いていれば、標準物質測定と管理試料測定両方に等しい誤差が発生するため、測定値（U/L）に換算すると変化は表れない。しかし、吸光度変化量で見ると、試薬に問題が発生しても、分析装置に問題が発生しても、吸光度変化が生じる。ブランクは分析反応をさせていないのであるから、分析反応に関する影響は元々生じない。系統誤差の場合、段階希釈でも直線性を示す。標準物質のみの影響にはならない。

問題25～28 [正解] 25. ⑤ 26. ① 27. ④ 28. ⑤

(問題25)

物質定量値と吸光度変化量の関係式は下式に示す。

$$\text{物質濃度 (mg/dL)} = \frac{\text{吸光度変化量}}{6.3 \times 10^3} \times \frac{\text{総反応液量}}{\text{サンプル量}} \times 180 \times 1,000 \times \frac{1}{10} \dots\dots \text{式①}$$

この式に物質濃度180 mg/dLを代入すると吸光度変化量は1.0となる。

(問題26)

測定できる最小の吸光度差が0.0001であるため、この吸光度を式①に代入すると、0.018 mg/dLとなる。このため、0.018 mg/dL差を正しく測定仕分けることができると推定できる。

(問題27)

測定できる最大の吸光度が4.0とすると、式①に代入し、720 mg/dLまで測定できると推定できる。

(問題28)

測定上限を上げる場合、サンプル量を1/2にすると測定上限を2倍に上げることができる。しかし、測定精度が2倍悪くなる。

問題29 [正解] ②, ④

〔解説〕理論的なチェック法、例えば、Na, K, Clの関係や総タンパク=アルブミン+IgGや、必ずバランスの取れる検査項目間チェックはなくなる。精度管理用資料の測定や分析技術の評価は別次元の話である。しかし、病態変動と測定値の関係や患者の病気を考え、検査項目間のデータチェックは軽視される傾向にならないか危惧される場所である。

問題30 [正解] ④

〔解説〕心筋梗塞の場合、トロポニンTは発作発生60分頃から上昇する。一方、ALTは心筋にあまり含まれないためあまり上昇しない。少し上昇が観察されたとしても、発作から15時間経過しないと上昇しないため、理論チェックには使用できない。アルブミンとコリンエステラーゼは肝臓のタンパク合成能力を観察できる。尿タンパクと血清コレステロールはネフローゼ症候群の観察に有効。甲状腺機能はコレステロール濃度に敏感に反応する。糖尿病罹患から時間下経過し、腎障害が見られるようになるとヘモグロビンA1cと尿アルブミンの関係は観察が必要。

引用文献

- 1) 小川善資, 沼上清彦, 渡辺重希子: 分析機器・試薬アナリスト認定講座(その17). 各論: 1. グルコース(血糖、尿糖) - その1-. 生物試料分析, 38: 322, 2015
- 2) 日本糖尿病学会: 糖尿病診断の指針. 科学的根拠に基づく糖尿病診療ガイドライン2013第3刷, 7-17, 南江堂, 東京(2014)
- 3) 日本糖尿病学会: 妊婦の糖代謝異常. 科学的根拠に基づく糖尿病診療ガイドライン2013第3刷, 217-223, 南江堂, 東京(2014)
- 4) 江崎信芳, 藤田博実: 糖新生. 生化学基礎の基礎第4刷, 65-68, 化学同人, 東京(2006)