

《生理學與生物化學》

蘇芳儀／林子豪老師 主解

試題評析

【申論題】

生物化學

第三題：重點在低醣高蛋白飲食所產生的結果，考生須了解血糖恆定之必須性，以及各組織對於糖源不足時，體內對於維持血糖的各種代償機制，及組織利用之優先順序。例如甲硫胺酸在異化代謝的產物及可生糖的反應、肌肉細胞偏好利用支鏈胺基酸、以及當蛋白質大量分解時各組織代謝氮（NH₃）的形式均會以glutamine在血液做運送，以及最後代謝成糖原供腦部使用等。此題屬於跨章節且合併臨床應用的考題，也是上課中所強調的未來題型，是本次考試中透過臨床包裝但實際卻是考胺基酸生化代謝基礎的題目。

第四題：考魚油中的n-3脂肪酸，Eicosapentaenoic acid（EPA）的合成，以及就其反應先質、酵素輔因子及產物解釋其是否為必需脂肪酸。首先考生需了解必需脂肪酸的定義，以及其為何，再來是脂肪酸生合成的過程及原理。由於n-3脂肪酸的代謝均為n-3，EPA的先質為ALA（n-3），透過多次去飽和酶的作用產生EPA，而在此部分亦需要著墨人體去飽和酶的限制，已說明為何ALA及EPA均屬於必需脂肪酸。此為必需脂肪酸章節最重要的觀念，上課均有多加敘述。

生理學

此次申論題，全部出在消化系統，可見消化系統在營養師考試中所占比重之重。第一題口腔功能，是較好拿分的題目，重點在如何詳細說明，同學只要能好好發揮所學知識，詳細敘述，定能取得高分。第二題，則主要在破題，破題正確，即可輕鬆拿分。

【選擇題】

生物化學

本次生化選擇題著重在三大營養素的生化代謝居多，尤其又以醣類最為著重。例如糖解作用（場所、酵素、代謝意義）、磷酸五碳糖代謝、肝醣分解及合成、中央代謝丙酮酸去氫酶複合體所需的輔酶、檸檬酸循環皆屬醣類生化代謝，可見醣類在營養師生化的重要性，課程中也一再強調請同學注意。脂肪酸方面聚焦在奇數碳脂肪酸以及必需脂肪酸，也是上課提醒同學必背的重點。蛋白質的部分考得相對基本：必需、支鏈胺基酸的結構判斷及其生酮生糖代謝物都是章節中重要的基礎知識；而尿素循環也是考試中蛋白質部分必出的章節。生物技術及分子生物學部分顯得平易近人，胺基酸定序、蛋白質轉譯後修飾、及RNA選擇性裁切，都是營養師生化應了解的重點；在核苷酸代謝考出尿酸代謝、痛風的治療，以及酵素動力學的名詞定義，均為章節經典中的經典。相信考生若熟讀生化講義，在考場應試應能保持十分輕鬆的心情，而拿到不錯的分數。

生理學

本次考試依循往年慣例，消化、內分泌、泌尿、循環，比重仍然較重，尤其消化與內分泌此次各出了四題。可見對營養師考試而言，這幾個系統需要加強練習。且細胞內機轉出題較往年多，未來分子生物可能成為出題趨勢。

此次的問題，幾乎都是正面問法，陷阱較少。值得注意的是，與疾病相關的題目比重增加，是否會成為未來出題趨勢，值得觀察。

雖然本班為使學員能快速記憶生理學習重點，盡量精簡講義內容，但選擇題命中

率仍高達90%，CP值超高。

申論題部分：（50分）

一、請詳述口腔的功能，以及高齡者口腔功能退化對健康的影響。（20 分）

考點命中 《高點建國醫護生理學講義》第(十)回，蘇芳儀編撰，頁 4-6，16 頁。相似度 80%

【擬答】

1. 口腔是消化道的起始部分，參與消化過程，協助言語動作，具有感覺功能，並能輔助呼吸，具有重要的生理意義，是人們維持生存與日常生活中從事各項社會活動必不可少的器官。主要功能如下：咀嚼、吸吮、吞咽、言語、感覺、表情、攝取食物、參與呼吸、防禦等。
2. 上述口腔所有功能是在中樞神經的支配下，依靠牙齒、唇、頰、舌、顎等器官，透過相關肌肉的收縮和下頷運動完成的，是咀嚼系統組織器官分工合作的結果。
3. 口腔中重要構造與功能：
 - (1) 舌頭：
 - a. 負責機械性消化(唾液混合及牙齒與食物接觸)，協助食團往口腔後方進入咽部(吞嚥)。
 - b. 表面有指狀突起，內含味蕾，味蕾為神經特化的感覺神經末梢負責基本味覺。
 - c. 老化會導致舌頭的活動力下降及味覺感受度降低。
 - d. 味蕾中有一種絲狀乳頭，分布在舌頭前2/3，不含味蕾，數量最多，當老化時此種乳頭可能過度角化時，形成舌苔。
 - (2) 唾液腺：
 - a. 分泌唾液，唾液由水分、離子、黏液以及唾液澱粉酶和溶解酶共同組成，具有濕潤食物及口腔、中和酸、分解澱粉以及殺菌等作用。
 - b. 老化會導致唾液的分泌量減少。
 - (3) 牙齒：
 - a. 藉由牙齒撕裂及研磨食物使團塊變小，以利吞嚥及消化酶消化。
 - b. 老化(或清潔不當)會導致牙齒脫落不良、齲齒及牙周病
 - (4) 唇、頰部、軟顎、硬顎等相關肌肉與韌帶：
 - a. 負責造成舌顎密封，有助於食物咀嚼、攪拌與吞嚥。
 - b. 老化會導致肌肉無力或吞嚥配合不良。
 - (5) 扁桃體：
 - a. 屬於淋巴器官，負責抵禦微生物進入體內。
 - b. 老化會導致免疫能力下降。
 - (6) 黏膜：
 - a. 由複層上皮組織形成，是維持人體第一道防線的重要組織，其黏液內含IgA抗體，負責抵禦微生物進入體內。
 - b. 老化會導致黏膜乾燥、免疫能力下降及上皮細胞癒合能力下降。
4. 高齡者常見的口腔功能退化問題：
 - (1) 關節肌肉韌帶老化、牙齒脫落不良、齲齒及牙周病：
 - a. 咀嚼不良，使的食物未被充分切斷而導致消化不良、腹部不適。
 - b. 咀嚼能力下降，可能導致營養不良。
 - c. 言語不清、口乾、口臭及口腔周圍外型改變，造成社交隔離。
 - d. 關節肌肉韌帶老化，張大嘴巴易顯顎關節脫臼。
 - (2) 味蕾減少：對於食物的味覺感受退化，尤以鹹味退化速度最快。故高齡者飲食中常會不自主加過多的鈉鹽，加重心血管與腎臟的負擔。

- (3) 絲狀乳頭過度角化：形成舌苔，導致口臭，影響人際關係與食慾。
- (4) 唾液腺分泌減少：造成食物的潤滑不足、口乾、口臭及吞嚥障礙。
- (5) 黏膜乾燥易磨損：容易口腔潰瘍，增加感染的機會
- (6) 吞嚥障礙：容易造成窒息危險。駝駝

二、請舉一例說明人體的前饋調節（feedforward）。（5 分）

考點命中 《高點建國醫護生理學講義》第(十)回，蘇芳儀編撰，頁 8 頁。相似度 50%

【擬答】

1. 人體的調節機制可分為前饋調節（feedforward regulation）與反饋調節（feedback regulation）。前饋機制是指當外來的刺激訊號尚未到達生理系統時，生理系統已透過別的器官而偵測此刺激訊號的存在，並預作反應。
2. 此機制於人體可見於消化系統中，例如：胃液分泌(又稱消化的頭期)。
 - (1) 大腦皮質或下視丘(看到、想到、聞到、嚐到食物)→延腦→迷走神經→胃腺刺激分泌
 - (2) 食物尚未入胃裡(甚至尚未入口)，胃液與唾液已先增加分泌。
3. 反饋調節（feedback regulation）：則為生理系統的輸出訊息返回到輸入端，並調節訊息輸入或生理系統的過程。此調節系統又稱回饋系統，可分為「負回饋」和「正回饋」。與前饋調節方式不同。

三、當30 歲臺灣女性（具參考身高及體重），長期攝取低醣高蛋白質飲食（醣類：30 g；蛋白質：150 g；脂質：50 g）。試以胺基酸生化能量代謝反應與組織優先利用性，說明個體之肝臟與肌肉細胞如何協調代謝下列胺基酸，以因應腦神經細胞對能量的需求？

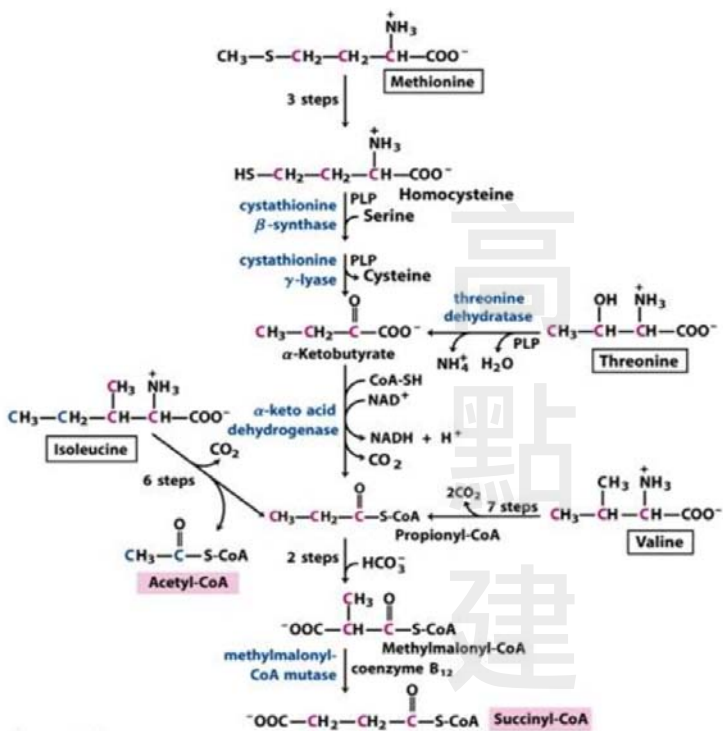
- (一) Methionine（甲硫胺酸）（5 分）
- (二) Isoleucine（異白胺酸）（5 分）
- (三) Glutamine（麩醯胺酸）（5 分）

考點命中 《高點建國醫護生物化學講義(二)》胺基酸的代謝，林子豪編撰，頁 4，頁 22-24 相似度 90%。

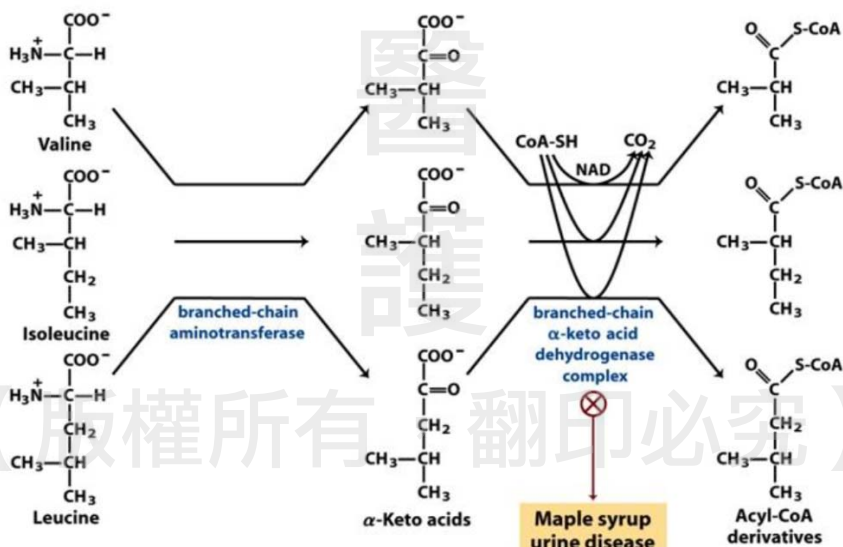
【擬答】

長期攝取低醣高蛋白質飲食，體內為維持基本血糖恆定及熱量需求，糖類用罄之後將會分解飲食過多及組織中的蛋白質以提供體內血糖及能量來源。以下分別敘述：

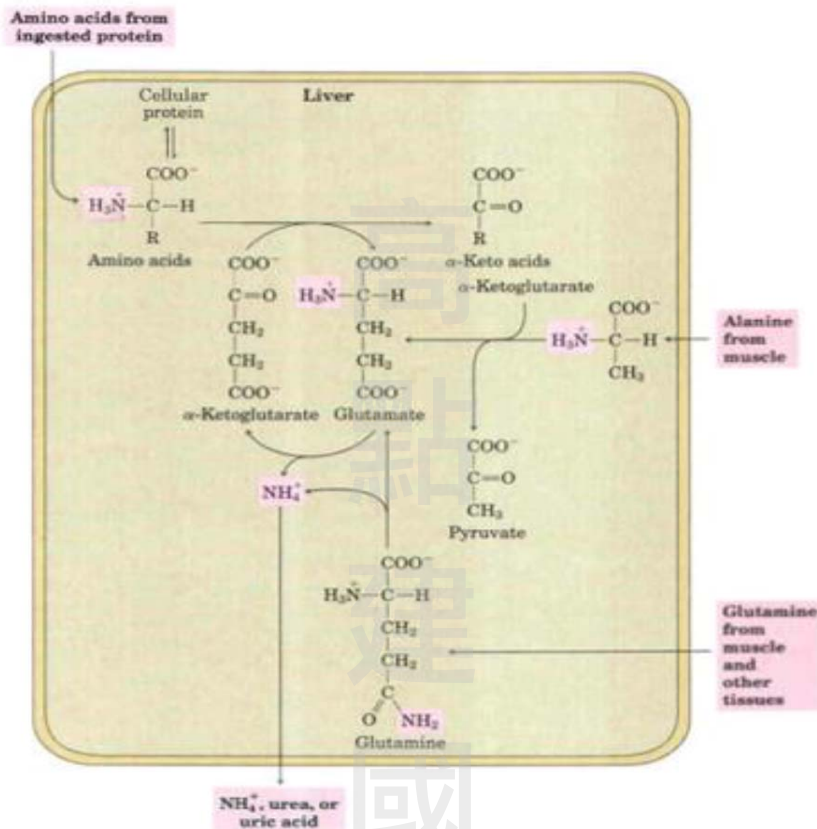
- (一) 甲硫胺酸：由於熱量需求及過多胺基酸將會進行異化代謝，甲硫胺酸在肝臟及肌肉組織中會被代謝為succinyl-CoA，在肌肉中可進入TCA cycle 持續產生能量使用，而肝臟則會利用succinyl-CoA 作為進入糖質新生作用的先質，以維持體內血糖恆定，將合成的葡萄糖送至其他組織及腦神經細胞。



(二)異白胺酸：其為支鏈胺基酸，在肌肉代謝為 α -keto acid 再進一步形成 acetyl-CoA 供細胞利用。但由於體內糖源相對缺乏，一段時間後過多的acetyl-CoA會送至肝臟以進行酮體生合成，酮體可再進一步送至周邊組織如肌肉，以及腦細胞利用酮體當作能量來源。



(三) 麩醯胺酸：當組織將胺基酸分解時，亦會產生許多含氮廢物如 NH_3 ，由於其具毒性，故周邊組織會將其轉變為麩醯胺酸，作為體內氮的運送形式（肌肉以丙胺酸作為運送形式），送至肝臟。肝臟會進一步進行脫胺及轉胺作用及尿素循環代謝 NH_3 ，游離出的碳骨架則可作為糖源進行糖質新生供組織利用產能。



四、以人體營養生化代謝途徑（包括反應先質Precursor、反應酵素、輔因子及生成物），說明魚油所含omega-3 脂肪酸：Eicosapentaenoic acid (EPA) 是否為必需脂肪酸？（10 分）

考點命中

《高點建國醫護生物化學講義(一)》53,55,56(國考題補充), 89 頁, 林子豪編撰, 相似度 100%。

【擬答】

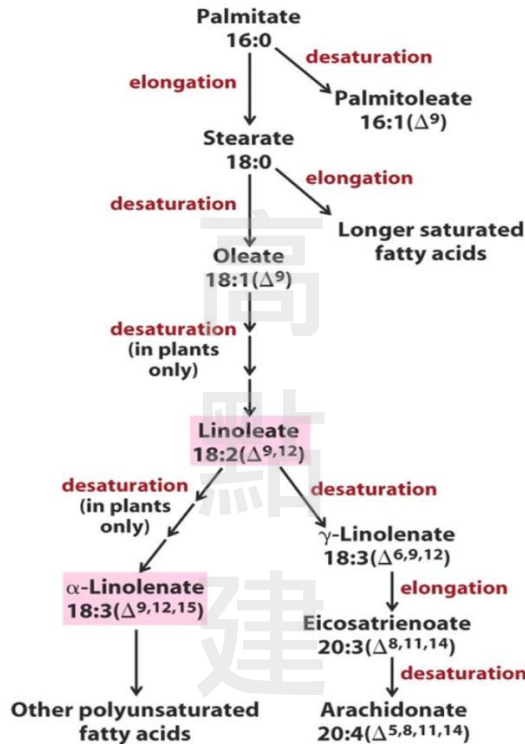
人體不飽和脂肪酸可分為四種，分別為 ω -7、 ω -9、 ω -6 及 ω -3;其中 ω -7 和 ω -9 為單元 不飽和脂肪酸 (monounsaturated fatty acid, MUFA)，可以自行合成。但 ω -6 及 ω -3 為多元不飽和脂肪酸 (polyunsaturated fatty acid, PUFA)，人體無法自行合成，故又稱為必需脂肪酸。

又人體能從頭自行生成的脂肪酸，透過 fatty acid synthase 系統之最終產物為棕櫚酸 (palmitic acid)，為 16 碳之飽和脂肪酸，需要有 elongation 系統才能繼續合成硬脂酸 (stearic acid，C18:0) 或更長的脂肪酸。

後續需要靠延長作用由羧基端加入兩個碳原子。3. 去飽和作用需要 desaturase，以及 FAD 及 NADPH 的作用，棕櫚酸、硬脂酸可由 Δ 9 desaturase 作用得到棕櫚油酸 (palmitoleic acid) 及油酸 (oleic acid) ω -9 不飽和脂肪酸。

但由於人體缺乏 Δ 12、 Δ 15 desaturase，無法在超過 Δ 9 的部位加入雙鍵，故亞麻油酸 (linoleic acid) 和 α 次亞麻油酸 (linolenic acid) 為必需脂肪酸，其可由植物獲得。

α -linolenic acid (18:3, Δ 9, 12, 15) 經由食物獲得後，經過人體 Δ 6 desaturase, elongase, Δ 5 desaturase 得到 EPA，由於其無法直接生合成，需要靠攝食ALA再進一步合成，故為必需脂肪酸。



乙、測驗題部分：(50 分)

- A** 1 下列何者會直接促使鈣離子由內質網釋出？
- (A)三磷酸基醇 (IP3) (B)二醯甘油 (DAG)
(C)環化腺苷單磷酸 (cAMP) (D)攜鈣素 (calmodulin)
- A** 2 下列何種激素不是由小腸內分泌細胞產生？
- (A)胃泌素 (gastrin) (B)分泌素 (secretin)
(C)膽囊收縮素 (cholecystokinin) (D)血清素 (serotonin)
- D** 3 下列何者可引發腸道基礎電節律 (basic electrical rhythm)？
- (A)上皮層 (epithelial layer) (B)固有層 (lamina propria)
(C)黏膜下層神經叢 (submucosal plexus) (D)腸肌神經叢 (myenteric plexus)
- D** 4 下列何者是造成每天有大量的水由血液進入腸腔的因素？
- (A)小腸表皮細胞增生需要水 (B)尚未消化的食物大分子需要攪拌
(C)胃酸是決定水分泌的主要原因 (D)氯是決定水分泌的主要離子

- D⁵ 下列那個器官能在長期禁食情況下進行糖質新生 (gluconeogenesis) ?
 (A)脂肪組織 (B)骨骼肌 (C)心肌 (D)腎臟
- C⁶ 腹瀉時，下列何者最不可能發生？
 (A)腎素分泌增加 (B)醛固酮分泌增加 (C)心房利鈉肽分泌增加 (D)抗利尿激素分泌增加
- D⁷ 有關亨利氏環上行支厚段之敘述，下列何者正確？
 (A)為鉀離子的主要分泌部位
 (B)為磷酸根離子的主要重吸收部位
 (C)水分可隨意通透管壁
 (D)為對流放大器 (countercurrent multiplier) 之一部分
- B⁸ 某關節炎病患長期服用類固醇藥品，最有可能出現的症狀為何？
 (A)血壓下降 (B)血糖上升 (C)免疫力上升 (D)心悸
- C⁹ 有關甲狀腺激素 (thyroid hormone) 的敘述，下列何者正確？
 (A)三碘甲狀腺素 (triiodothyronine) 主要在血液中由四碘甲狀腺素 (thyroxine) 轉換而成
 (B)甲狀腺激素的受器主要位在細胞膜
 (C)甲狀腺激素的受器對三碘甲狀腺素 (triiodothyronine) 有較高親和力
 (D)半衰期 (half life) 約數分鐘
- A¹⁰ 有關飢餓素 (ghrelin) 的敘述，下列何者錯誤？
 (A)由脂肪細胞分泌 (B)飢餓狀態分泌較多
 (C)作用在下視丘 (hypothalamus) 促進食慾 (D)可促進生長激素分泌
- B¹¹ 周邊血管阻力受下列那個因素影響最大？
 (A)血管的長度 (B)血管的半徑 (C)血液的含氧量 (D)血液的黏稠度
- B¹² 下列何者是竇房結 (SA node) 與心室肌細胞的膜動作電位變化調控之主要相異處？
 (A)前者動作電位去極化期之主要變化是由於鉀離子內流，而後者則為鈉離子內流
 (B)前者具有自動去極化的膜電位特性，而後者則無
 (C)前者無自動去極化的膜電位特性，而後者則有
 (D)前者具有收縮期的去極化動作電位，而後者則無
- B¹³ 下列何種血管氧氣含量最低？
 (A)動脈弓 (B)肺動脈 (C)冠狀動脈 (D)腸繫膜動脈
- D¹⁴ 下列何種抗體可通過母體胎盤進入胎兒，提供初生嬰兒免疫力 (immunity) ?
 (A)免疫球蛋白 A (IgA) (B)免疫球蛋白 D (IgD)
 (C)免疫球蛋白 E (IgE) (D)免疫球蛋白 G (IgG)
- B¹⁵ 承上題，此種免疫力 (immunity) 屬下列何者？
 (A)主動免疫 (active immunity) (B)被動免疫 (passive immunity)
 (C)先天免疫 (innate immunity) (D)免疫耐受 (immune tolerance)
- D¹⁶ 下列何者是中樞神經系統中最主要的抑制性神經傳遞介質？
 (A)多巴胺 (dopamine) (B)乙醯膽鹼 (acetylcholine)
 (C)血清素 (serotonin) (D)伽瑪氨基丁酸 (GABA)

- C 17 下列何者具有類似巨噬細胞的作用，負責執行中樞神經系統的免疫功能？
 (A)星狀細胞 (astrocyte) (B)寡突細胞 (oligodendrocyte)
 (C)微小膠細胞 (microglia) (D)室管膜細胞 (ependymal cells)
- D 18 下列何種因素會降低血紅素與氧氣的親和力 (affinity)？
 (A)pH 值上升 (B)溫度降低 (C) P_{CO_2} 降低 (D)2,3-DPG 濃度增加
- A 19 下列何種細胞分泌雄性素？
 (A)雷迪格細胞 (Leydig cells) (B)副睪 (epididymis) 之內皮細胞
 (C)賽特利式細胞 (Sertoli cells) (D)曲精小管 (seminiferous tubules) 之上皮細胞
- D 20 纖維性囊腫 (cystic fibrosis) 是一種基因缺陷疾病，請問對那種器官的細胞影響最大？
 (A)腎臟的間質細胞 (B)骨髓的血液生成細胞 (C)腦部的神經細胞 (D)肺部的肺泡細胞
- B 21 催化糖解作用之酵素位於細胞內何位置？
 (A)粒線體間質 (mitochondrial matrix) (B)細胞質 (cytosol)
 (C)粒線體內膜 (mitochondrial inner membrane) (D)溶酶體 (lysosome)
- C 22 肝醣磷解作用產生之 1 分子 glucose-1-phosphate，經糖解作用形成丙酮酸的過程，可淨獲得多少分子 ATP？
 (A)1 (B)2 (C)3 (D)4
- D 23 下列何種反應，可提供五碳醣 (pentose) 的來源？
 (A)citric acid cycle (B)gluconeogenesis
 (C)Embden-Meyerhof pathway (D)hexose monophosphate shunt
- B 24 下列何種核苷酸參與肝醣之合成？
 (A)AMP (B)UDP (C)GTP (D)CTP
- D 25 人類因缺乏下列何種酵素，因此無法合成 linoleic acid？
 (A) $\Delta 5$ desaturase (B) $\Delta 6$ desaturase (C) $\Delta 9$ desaturase (D) $\Delta 12$ desaturase
- A 26 關於溶質在細胞膜間的運輸，下列敘述何者錯誤？
 (A)紅血球細胞膜上的葡萄糖轉運蛋白 (glucose transporter) 屬於主動運輸的一種
 (B) Na^+/K^+ -ATPase 在人體內所耗能量極大，約占總耗能的四分之一
 (C)ABC 轉運蛋白 (ABC transporter) 是參與藥物排出細胞的一群蛋白質
 (D)facilitative transport 需要膜蛋白協助加速運送
- B 27 下列何者是奇數碳脂肪酸於氧化分解中特有的產物？
 (A)琥珀醯輔酶 A (succinyl-CoA) (B)丙醯輔酶 A (propionyl-CoA)
 (C)丙二醯輔酶 A (malonyl-CoA) (D)磷酸烯醇丙酮酸 (phosphoenolpyruvate)
- D 28 下列何種代謝途徑，不參與脂肪分解產生能量的過程？
 (A) β -氧化反應 (B)檸檬酸循環 (C)電子傳遞鏈 (D)Cori 氏循環
- D 29 尿素循環 (urea cycle) 中何種中間產物可代謝轉換成尿素 (urea) 及鳥胺酸 (ornithine)？
 (A)白胺酸 (leucine) (B)丙胺酸 (alanine)
 (C)甲硫胺酸 (methionine) (D)精胺酸 (arginine)
- C 30 何種胺基酸具有下列特性：為必需胺基酸 (essential amino acids)、且屬生酮性胺基酸 (ketogenic amino acid) 而非生醣性胺基酸 (non-glucogenic amino acid)、及具支鏈胺基酸 (branched chain amino acid) 特性？
 (A)異白胺酸 (isoleucine) (B)離胺酸 (lysine)
 (C)白胺酸 (leucine) (D)纈胺酸 (valine)

- C 31 當胺基酸的側鏈 (side-chain) 為 $-\text{CH}_3$ 時，則該側鏈是屬於下列何種基團？
 (A)polar group (B)hydrophilic group (C)aliphatic group (D)charged group
- D 32 Phenylisothiocyanate 是由 Pehr Edman 研發成功的一種試劑，常用於鑑定下列何者？
 (A)蛋白質的 C-端胺基酸 (B)蛋白質的肽鍵數目
 (C)蛋白質的雙硫鍵 (D)蛋白質的 N-端胺基酸
- A 33 轉譯後作用 (post-translation) 蛋白質修飾 (protein modification) 不包括下列何者？
 (A)延伸過程 (elongation) (B)鏈折疊 (chain folding)
 (C)共價鍵修飾 (covalent modification) (D)蛋白質剪接 (protein splicing)
- C 34 RNA 經 processing 過程，可能會出現下列何種結果？
 (A)5'端 mRNA 附著於 poly(A) tail 上 (B)特定 exons 會插入成熟 mRNA 中
 (C)兩種不同的蛋白質產物來自於單一基因 (D)兩個不同基因生成相同的蛋白質產物
- A 35 Allopurinol 是治療痛風 (gout) 的常用藥物，它主要是藉由抑制下列何種酵素作用達到緩解痛風症狀？
 (A)xanthine oxidase (B)thymidylate synthase
 (C)ribonucleotide reductase (D)hypoxanthine monooxygenase
- D 36 丙酮酸去氫酶複合體 (pyruvate dehydrogenase complex) 可將丙酮酸 (pyruvate) 催化成乙醯輔酶-A (acetyl-CoA)，此酵素不需要下列何種維生素作為輔酶？
 (A)維生素 B₁ (硫胺素, thiamine) (B)維生素 B₂ (核黃素, riboflavin)
 (C)維生素 B₃ (菸鹼酸, niacin) (D)維生素 B₁₂ (鈷胺素, cobalamin)
- A 37 根據 Michaelis-Menten 酵素動力學的理論，下列敘述何者正確？
 (A)穩定狀態假說認為酵素與受質的複合體濃度，在整個反應過程中幾乎維持恆定
 (B)催化反應的一般速率常數 k_{cat} 可代表酵素與受質的鍵結能力
 (C)Michaelis 常數 K_m 可說明在單位時間下，單位濃度的酵素水解多少受質
 (D) K_m / k_{cat} 解釋酵素的效率 (efficiency)
- B 38 下列那一個酵素參與反應時，產物中沒有 CO_2 ？
 (A)丙酮酸去氫酶 (pyruvate dehydrogenase)
 (B)蘋果酸去氫酶 (malate dehydrogenase)
 (C)異檸檬酸去氫酶 (isocitrate dehydrogenase)
 (D) α -酮戊二酸去氫酶 (α -ketoglutarate dehydrogenase)
- A 39 Fluoroacetate 為烏頭酸酶 (aconitase) 的 suicide inhibitor，其屬於下列何種酵素抑制作用？
 (A)irreversible inhibition (B)competitive reversible inhibition
 (C)mixed reversible inhibition (D)uncompetitive reversible inhibition
- C 40 下列何者是參與氧化磷酸化 (oxidative phosphorylation) 的酵素？
 (A)fatty acid synthase (B)pyruvate kinase (C) F_0F_1 ATP synthase (D)phosphofructokinase