

2015 年第廿六屆國際生物奧林匹亞競賽 - 第二部分理論試題(1)

中華民國生物奧林匹亞競賽代表團

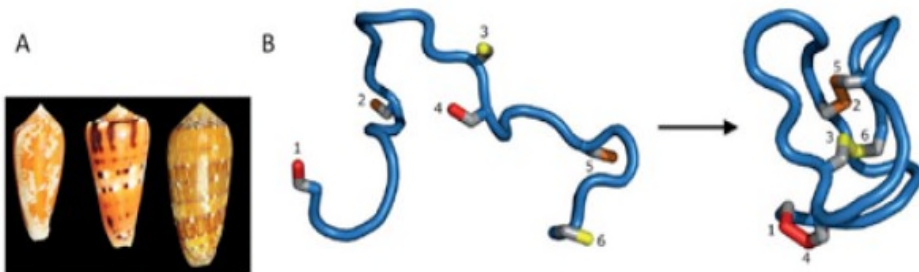
理論試題：B 卷

總操作時間：180 分鐘

動物生物學 Animal biology

1. 芋螺可產生強效的芋螺毒素(多肽鏈)用以防禦和麻痺獵物。芋螺毒素影響神經肌肉的終板。A-D 四種毒素分別有下列影響：

- A 防止突觸前軸突的 Na^+ 通道去活化
- B 阻止突觸前軸突的 K^+ 通道
- C 阻止突觸前終板的 Ca^{2+} 通道

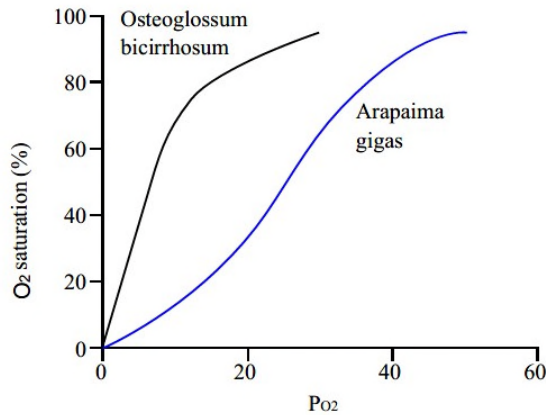


A, 芋螺；B, 展開的芋螺毒素模型(左) (1-6為半胱氨酸支鏈)，右方為一可能的3-D 折疊結構，在二半胱氨酸對之間以雙硫鍵結合(例如2和5)

指出下列各敘述是**正確**或**錯誤**

- A. 毒素 D 使骨骼肌去活化。
- B. 毒素 A 和 B 注入獵物時可引起抽搐。
- C. 毒素 C 干擾神經傳遞物質的胞吐作用。
- D. 在圖 B 中的多肽鏈可以不同方式折疊，但若多肽鏈的一級結構保持不變，所有折疊分子會有相同效果。

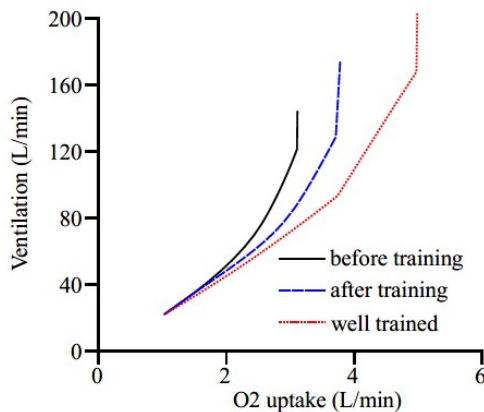
2. 魚會改變吸收氧氣的方式。其血紅素解離曲線可精確反映氧氣的吸收，曲線之形狀可由其種系發生及棲地所決定(圖)。



兩種魚的血紅素解離曲線：銀龍魚和巨骨舌魚

指出下列各敘述是**正確**或**錯誤**

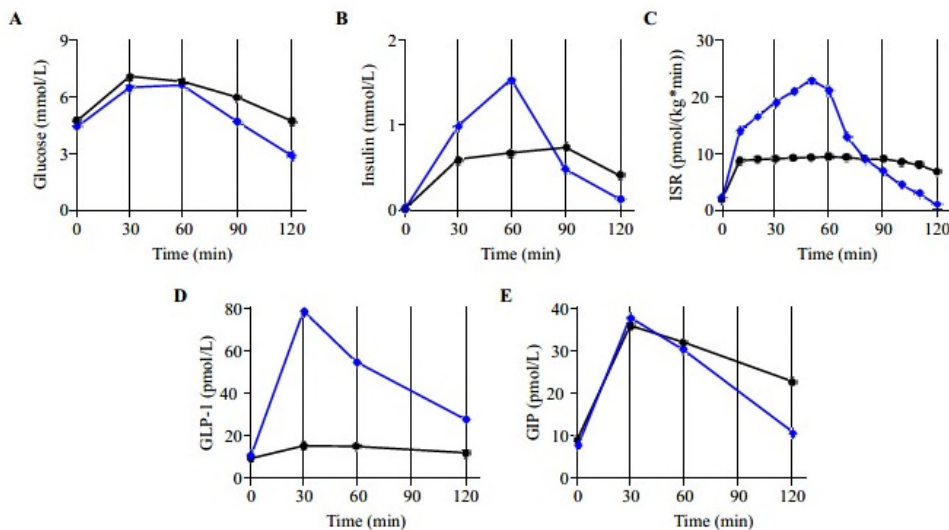
- A. 與巨骨舌魚比較，銀龍生活在急流的水中。
 - B. 與巨骨舌魚比較，銀龍具有較低的代謝率。
 - C. 銀龍可呼吸空氣(由水面上)，而巨骨舌魚用鰓呼吸。
 - D. 銀龍生活在水表面，巨骨舌魚是深水物種。
3. 測量兩男子在增加工作量(耗氧量)時的肺通氣量(或每分鐘通氣量，V)。第1人在未接受訓練前及經過數星期訓練後，可得到他訓練前後的V測量值。他在密集訓練前、後的體重分別為70公斤和75公斤。第2人體重70公斤，一直訓練有素，他的工作函數V只測了一次(圖)



肺通氣量 V (大氣下L/min)為最大總攝氧量的函數(L/min)：第1人訓練前(黑色)及後(藍色虛線)，第2人(紅色點線)。

指出下列各敘述是**正確**或**錯誤**

- A. 訓練後，第1人最大攝氧量 VO_{2max} (即每公斤體重最大氧攝取) 改善約 30% ($\pm 5\%$)。
 - B. 第1人的訓練受到過度換氣起始和程度的影響。
 - C. 進一步訓練將會大幅增加人第1的耐無氧能力。
 - D. 非常高的肺通氣量 V 主要是藉著增加呼吸頻率而非呼吸深度達到。
4. 病態肥胖可用胃繞道手術治療，藉以繞過胃的一部分與腸的近端部分。一組肥胖患者參加本研究，分別在胃繞道手術的前後測量了他們攝取葡萄糖後血糖和激素的高低(圖)。

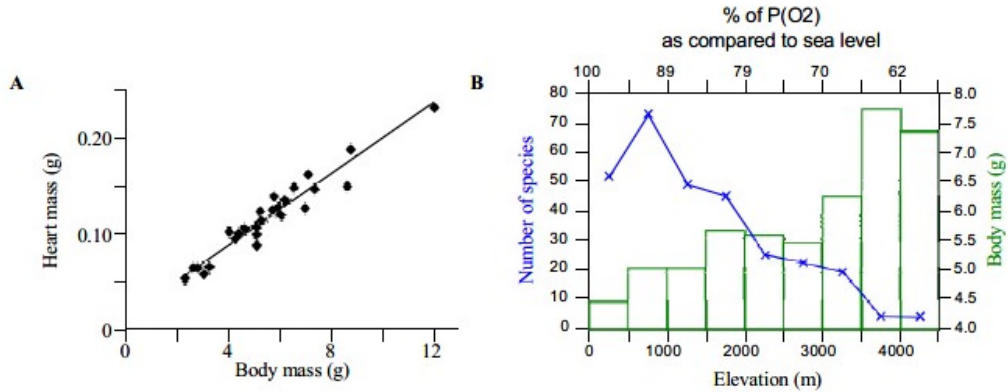


在時間=0時，葡萄糖攝取對不同參數高低的影響：黑色圓圈表示在胃繞道術之前，藍色菱形表示胃繞道術3個月後。圖A、血糖水準；圖B-C、胰島素濃度及其分泌速率(ISR)；圖D、昇糖素似肽1 (GLP-1，腸道激素)；圖E、抑胃多肽(GIP，腸道激素)。

指出下列各敘述是**正確**或**錯誤**

- A. 胃繞道手術導致對血糖的升高有更快、更強烈、更短暫的胰島素釋放反應
- B. 從這項研究得知，GIP 會誘導胰島素的分泌。
- C. 胃繞道手術後，GLP-1 高低的改變可解釋 ISR 的快速增加。
- D. 阻止 GLP-1 的影響可作為糖尿病治療的有效途徑。

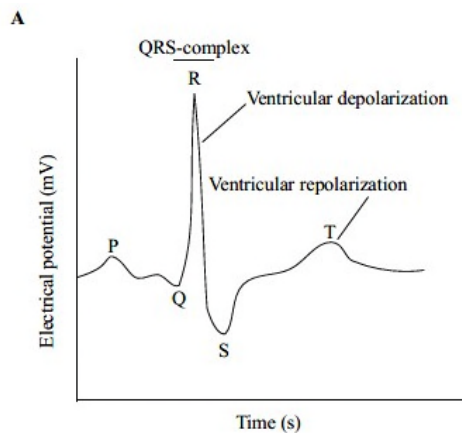
5. 大氣氧分壓 PO_2 及環境溫度均會因海拔高度的增加而降低，此效應會影響許多動物群的呼吸生理及物種豐度，如蜂鳥(圖)。蜂鳥有個重要的生理特點，能進入冬眠(生理活性降低的狀態)而節省能源。



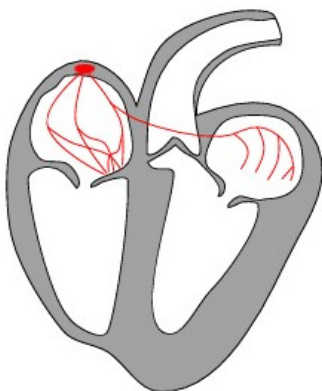
A, 蜂鳥物種心臟及身體質量的關係; B, 每500公尺海拔區(長條圖, 右邊Y軸)蜂鳥的平均體重(克)與不同海拔(下方X軸)物種數目(x-x-線, 左邊Y軸)的關係, 及相對於海平面 PO_2 分壓減少的百分比。

指出下列各敘述是**正確**或**錯誤**

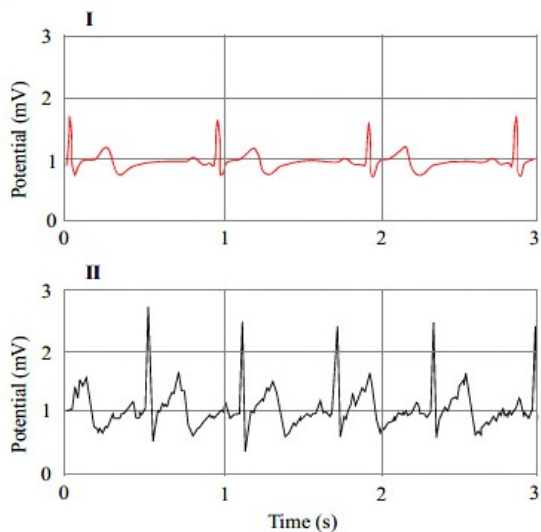
- 每日生理活動的減少常見於山區的蜂鳥。
 - 在 500 公尺以上，蜂鳥多樣性與海拔高度呈負相關。
 - 心臟質量與氧分壓呈負相關品質。
 - 隨海拔高度增加，蜂鳥翼荷載(身體質量/鳥翼面積)減少。
6. 心電圖(ECG)的重要功能之一，是給我們一般性的健康資料。比較兩學生的心電圖(圖C)。



B



C

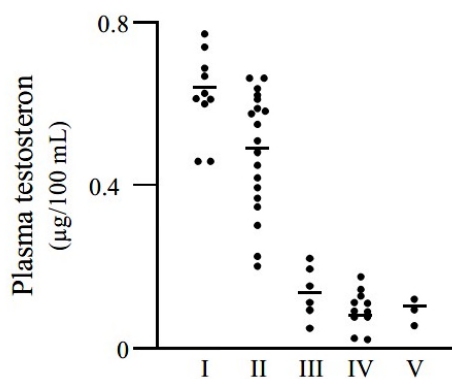


指出下列各敘述是**正確**或**錯誤**

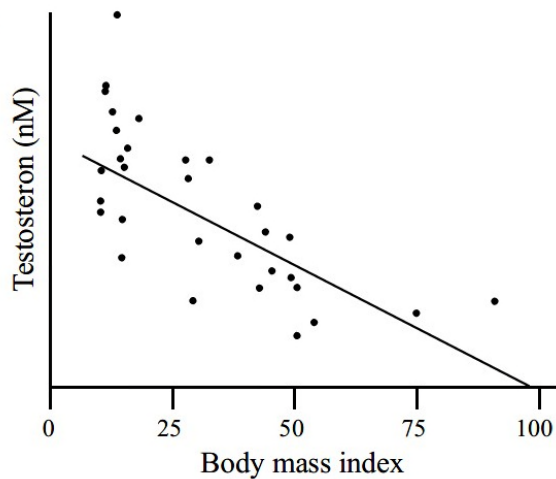
- 血液從右心室流到肺部、左心房、左心室、身體各部，回到右心房。
- 學生 I 的心搏率為 80 次/分。
- 若學生 I 的每跳搏出量是 70 毫升/次，他的心輸出量約為 4.4 L/分鐘。
- 圖 B 中的心臟是在 R 峰期。

7. 睪固酮的濃度變化會影響男性的生理健康。今測定在五組的男人血液中睪固酮濃度 (圖)。

A



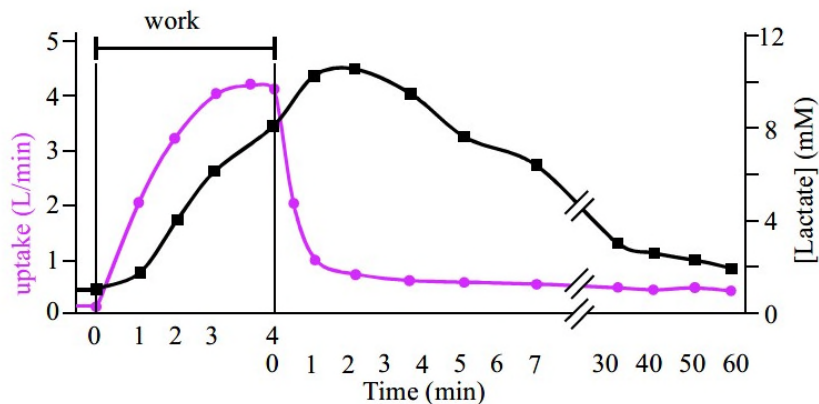
B



A、各組睪固酮濃度比較：I, 16-43歲男性；II, 44-92歲男性；III, 腦垂腺欠發育的男性；IV, 切除睪丸的男性；V, 接受雌激素注射治療過一段時間的男性。每個點代表一個個體，橫線為組平均值。B、男性血液睪固酮濃度是身體質量指數($T = 23.94 - 0.26 \text{ BMI}$)的函數。

指出下列各敘述是**正確**或**錯誤**

- A. 因為負回饋調節，男性-IV 的睪固酮濃度會降低。
 - B. 與男性-I 相比，男性-V 的 LH 濃度較高。
 - C. 在男性注射雌激素會導致非常低的 LH 濃度。
 - D. 即使輕度肥胖($25 < \text{BMI} < 30$)對睪固酮濃度影響都可能比高齡(> 43 歲)更重要。
8. 在一位70公斤男性運動(工作)4分鐘之前、期間、之後，分別測定他血液中的氧攝取和乳酸濃度。運動(工作)的強度是對應在5L氧消耗/min。

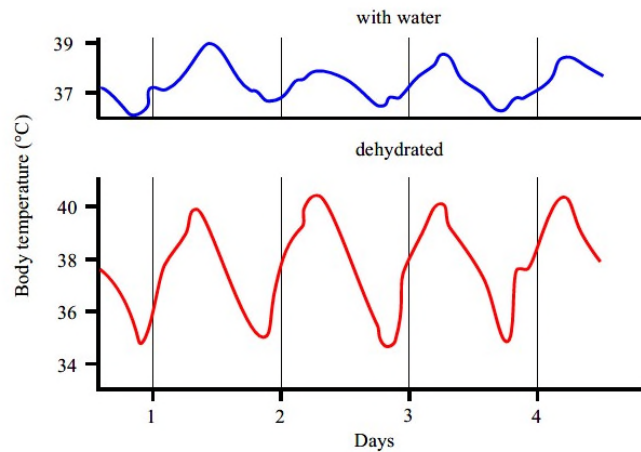


耗氧量(紫色、左邊Y軸，L/min)及乳酸濃度(黑色、右邊Y軸，mM)血液中乳酸)在運動(工作)4分鐘前、中、後的變化。

指出下列各敘述是**正確**或**錯誤**

- A. 他不可能在 5L O-吸收/min 強度下工作 4 分鐘，因他的最大有氧工作能力是 4.2 L/min。
- B. 他的有氧代謝能力為 60 ml O/(kg min)。
- C. 當血乳酸值超過 11 mM/L 時，腎臟開始排泄乳酸，這是濃度會下降的原因。
- D. 工作結束後過多的 O 吸收，部分是因乳酸代謝而非因糖質新生作用。

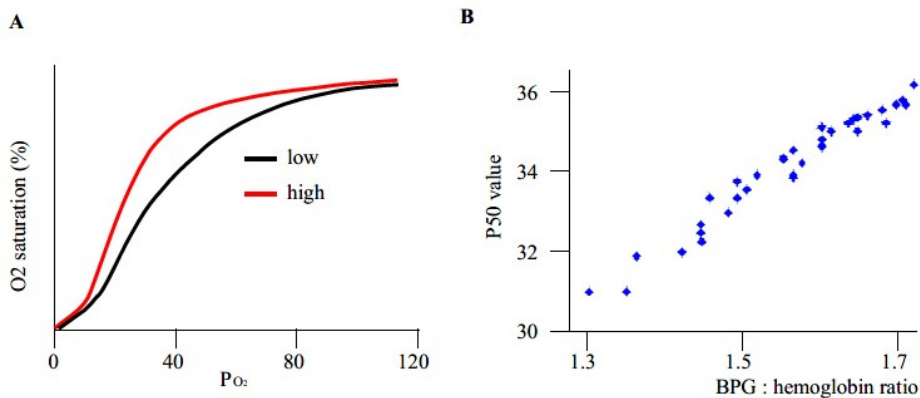
9. 駱駝非常適應沙漠生活。駝峰中主要為脂肪，特別是三棕櫚精 (C₅₁H₉₈O₆)。駱駝脫水時的體溫變化大，可能從晚上34.5°C到白天的40.5°C。



駱駝脫水時的體溫與供水充足駱駝體溫的比較

指出下列各敘述是**正確**或**錯誤**

- A. 假設駝峰中所有的脂肪都是三棕櫚精，1 公斤三棕櫚精經呼吸作用可提供超過 1 升的水與駱駝(摩爾質量 C = 12, H = 1, O = 16)。
 - B. 三棕櫚精(CO 消除/O 消耗) 呼吸商是 1.4。
 - C. 在白天，500 公斤脫水的駱駝體內可積累 2000 千卡的熱量(使一公克的組織增加 1°C 約需 0.9 cal)。
 - D. 為保持體溫的恒定，一駱駝需要 2500 ml 的水來散熱 1000 kcal (使 1 ml 水蒸發需要 580 cal)。
10. 從海拔高度的角度來看，鹿鼠的地理分布範圍廣泛。部分原因可歸功於其呼吸生理 (圖)。

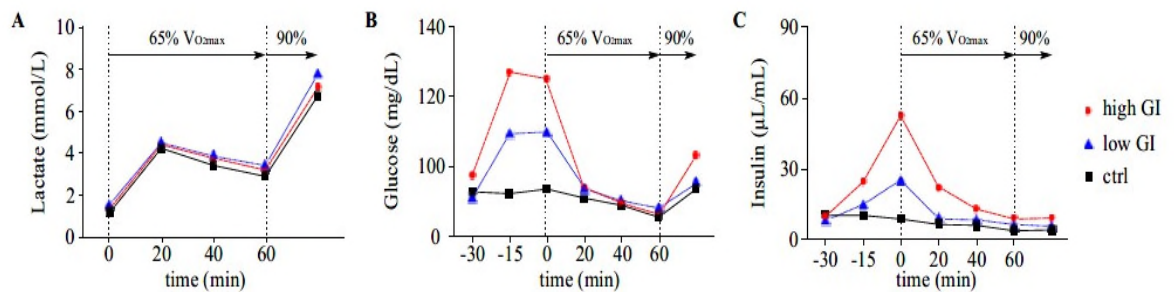


A, 低及高海拔棲地之鹿鼠血液中的氧飽和度(%)與大氣氧分壓 PO 的函數圖；B, P_{50} 是血液中有50% O飽和時的 PO ，這裡將BPG (2,3-二磷酸甘油酸)對血紅素的比率作圖。BPG會影響血紅素對氧的親和力。

指出下列各敘述是**正確**或**錯誤**

- A. 高海拔鹿鼠的血紅素釋放氧到需氧組織，會比低海拔鹿鼠的困難。
- B. 高海拔鹿鼠的 P_{50} 比低海拔鹿鼠的低。
- C. 如果血液中的二磷酸甘油酸濃度增加，在圖 A 中的飽和曲線將向右移動。
- D. 假設高度的適應是由基因決定，如果將一隻鹿鼠移置到另一個高度， P_{50} 值很可能保持不變。

11. 針對運動時間過長者的消耗食物作用進行研究，已知其升糖指數(GI)會有差異。GI可表現出某特定食物類型對人的血糖濃度的作用。在實驗初期，受測者分別施予(1)水，作為控制組、(2)低GI的食物和水，作為LGI、或(3)高GI的食物和水，作為HGI。接著讓受測者休息，然後以其最大耗氧量(VO_{2max})的65%騎1小時的腳踏車，最後提高至90%直到耗盡體力。在實驗前以及實驗過程中，抽取受測者的血液以測量乳糖、葡萄糖及胰島素的含量。

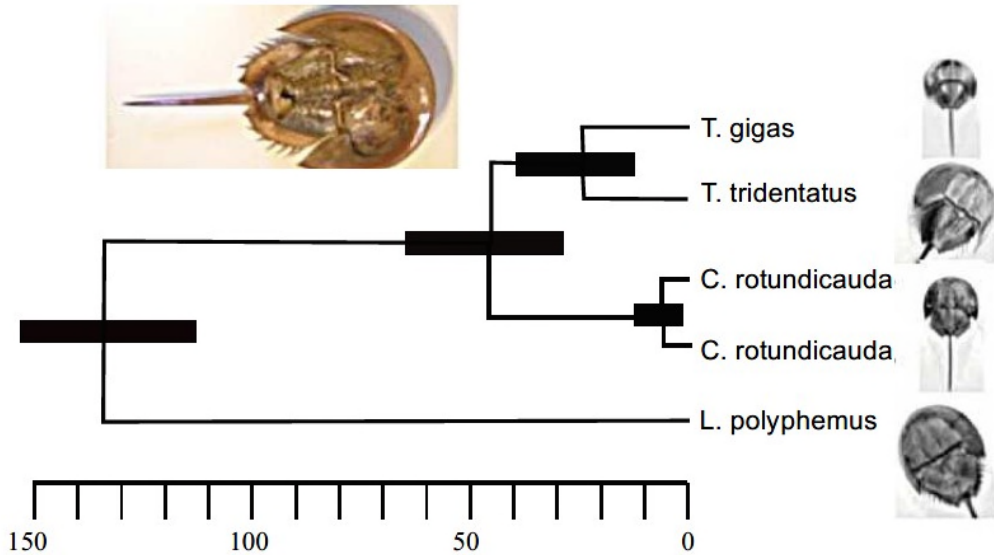


三圖分別為在實驗前以及實驗過程中所測血液的(A)乳酸、(B)葡萄糖、(C)胰島素含量變化。每個曲線代表一個處理。

指出下列各敘述是**正確**或**錯誤**

- A. 體力耗盡時，氧氣的吸收足以完成代謝。
- B. 在運動期間，血液中的乳酸含量會受食物類型影響。
- C. 最後在體力耗盡時所測的結果似乎會明顯受到食物類型的影響。
- D. 在最後的 90% VO_{2max} 階段，觀察到血糖上升，是由於脂肪所有折疊代謝增加以及葡糖糖利用下降之故。

12. 蠶魚為海生且現存物種僅有4種，其餘皆已滅絕。Tachypleus gigas (Tg), T. tridentatus (Tt) 和 Carinoscorpius rotundicauda (Cr) 生長在東南亞，而則 Limulus polyphemus (Lp) 生長在北美洲的東海岸。Tg 和 Cr 兩種的地理分布有重疊(從安達曼海至南中國海)，Tt 的生長範圍從越南至日本。蠶魚是”活化石”。



現存蠶魚的親緣關係圖。比例尺的刻度為一百萬年。黑色粗橫條代表95%的信賴區間。Cr的兩個族群是分別採樣自安達曼海及泰國。

指出下列各敘述是**正確**或**錯誤**

- 從上圖可歸納出：蠶魚應該是演化緩慢的類群。
 - 根據上圖，亞洲種類構成一個單系群。
 - 蠶魚的種化似乎發生在 5-45 百萬年期間。
 - Tachypleus 和 Limulus 兩屬為姊妹群。
13. 不會飛的 Tarphius 屬甲蟲生長在 Canary 群島的潮濕森林中，且有 29 個特有物種。此物種出現在群島西側的 5 個小島，但在東側最靠近非洲的 2 個小島卻沒有。此外，較靠近北邊的 Madeira 群島也有一些物種。一個物種可在一個島嶼上演化，然後散布至其他島嶼(稱為域外種化 ex situ-speciation)，或是可在島內從其他既存的 Tarphius 屬物種演化出新種(稱為域內種化 in situ-speciation)。

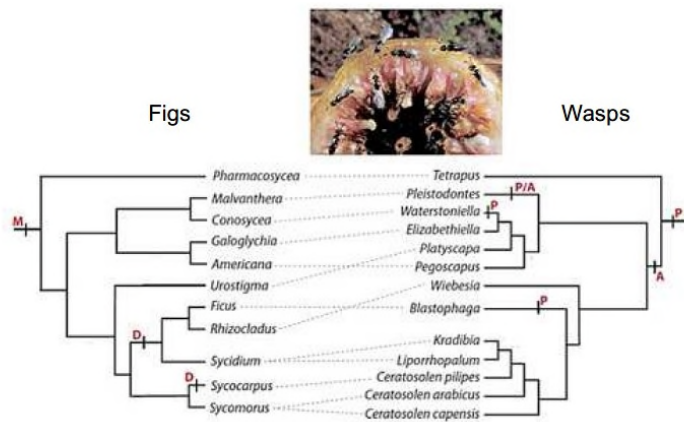


Canary群島內的*Tarphius*屬支序圖之一部分，呈現以Madeira 支系為外群(黑色分支)。只有來自5個西側群島中3個島(La Palma, Gomera and El Hierro)的物種才有呈現在圖中。

指出下列各敘述是**正確**或**錯誤**

- A. Canarian 系統親緣關係推測其歷經域外種化與域內的兩個種化事件。
- B. 從 Madeira 支系，*Tarphius* 屬曾在 El Hierro 島上擴殖族群。
- C. 所有三個島都曾被兩次擴殖過。
- D. Gomera 島可能是 Canary 群島中具有最大的潮濕森林棲地多樣性。

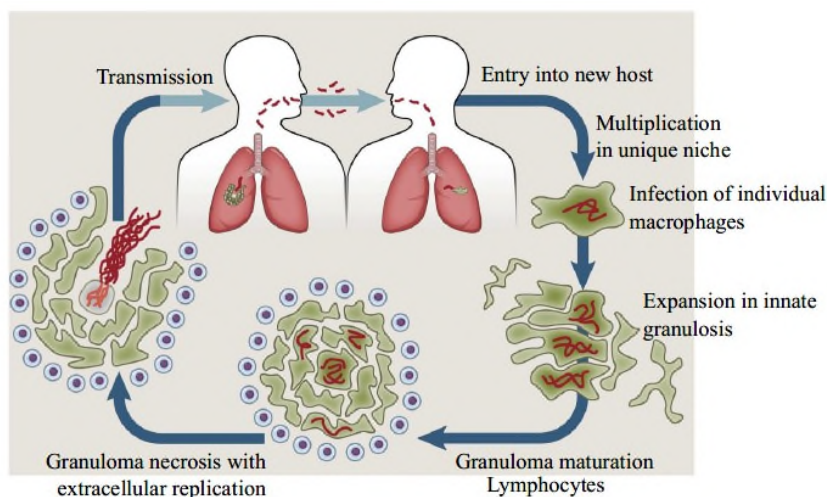
14. 榕果及小蜂之間有長久的共同演化，榕果依賴小蜂以完成授粉，而小蜂則依賴榕果花序，因為牠們產卵在花中，幼蟲在果實中生長。榕果物種的生育系統可以是雌雄異株(具雄株及雌株)或雌雄同株(同一植株中有雄花及雌花)，小蜂可藉由攜帶花粉於身體上的特殊部位來主動協助授粉，或是沒有任何特殊授粉行為之被動協助授粉(圖)。



某些榕果類群的親緣關係樹(左側)以及小蜂的親緣關係樹(右側)。生育系統(M=雌雄同株；D=雌雄異株)以及小蜂的授粉模式(P=被動型，A=主動型；P/A=兩型皆有)對應標示在親緣關係樹上，生育系統間以及授粉模式間的改變以小短線註記在分支上。虛線代表互利共生的關係。

指出下列各敘述是**正確**或**錯誤**

- A. 被動協助授粉模式在榕果小蜂的演化中屬於祖先型。
 - B. 榕果的雌雄異株與小蜂的主動協助授粉模式有相關。
 - C. 榕果及小蜂之間共同演化配對僅見於屬或更高的分類層級。
 - D. 授粉模式似乎較生育系統更容易發生不穩定的演化。
15. 肺結核是由結核桿菌所引起的。世界上有約三分之一的人曾受到感染，10%的感染者會出現肺結核(VB) 的現象。每年約超過一百萬人死於肺結核。結核菌的致病生活史見下圖。

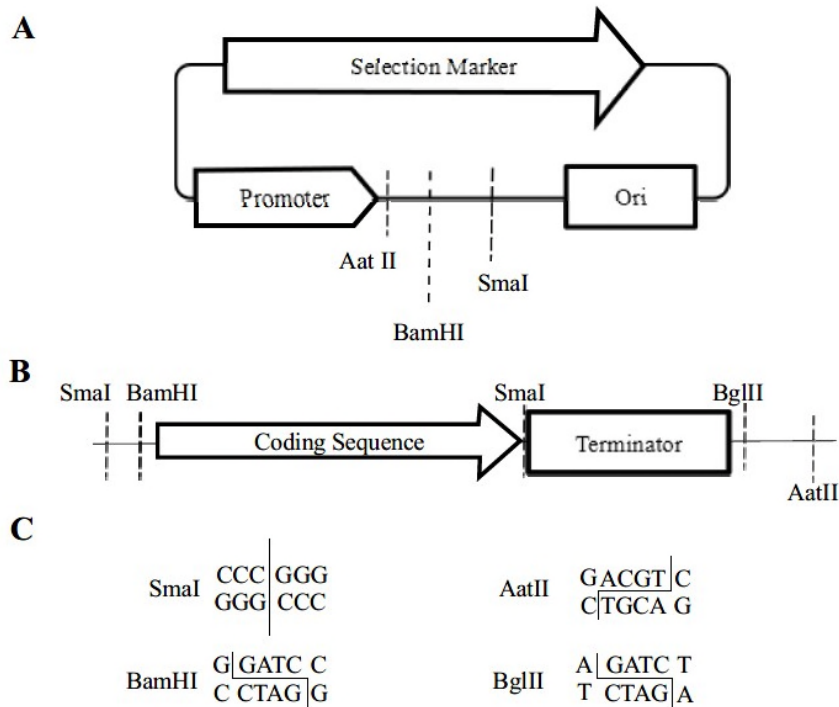


結核菌(Mt) 的致病生活史。肉芽腫會被一群巨嗜細胞緊緊包圍。(from Cambieret al. 2014).

指出下列各敘述是**正確**或**錯誤**

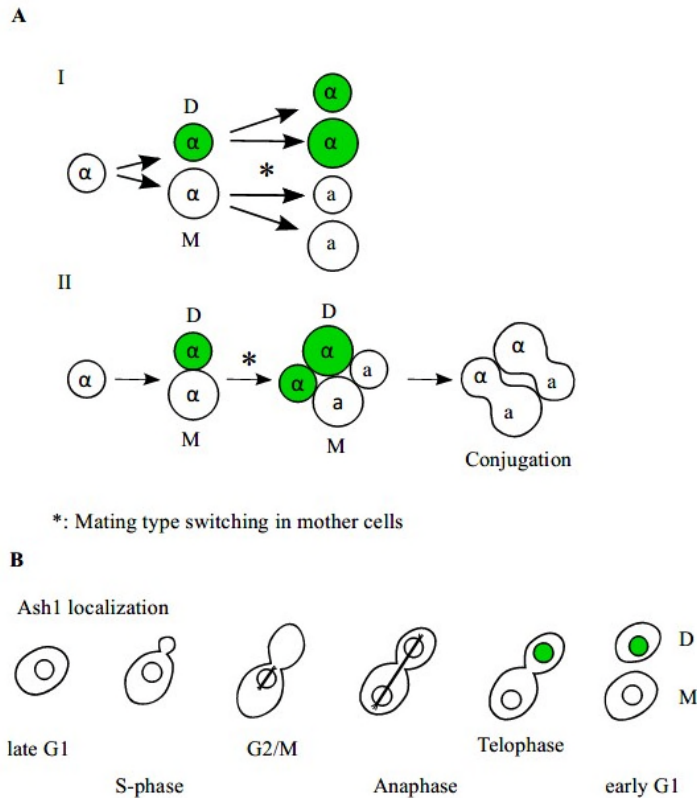
- A. 肺結核是靠接觸傳染。
- B. 理論上，當患者的巨噬細胞出現缺損，結核菌的攻擊將會加劇。
- C. 肉芽腫的形成是患者成功減緩疾病在體內散佈的原因。
- D. 當巨噬細胞死亡後，新一代的結核菌方能釋出。

16. 使用限制酶與DNA 接合酶可以將一段要表達的基因（編碼區）插入表達質體中進行表達。下圖為一個質體與表達基因的限制酶輿圖。題目中會出現許多選殖策略，請將基因中的“編碼序列與終結子”的完整序列插入質體中，以產生重組質體並表達該基因。



指出下列各敘述是**正確**或**錯誤**

- 利用 SmaI 與接合酶可以製成所要求的重組質體。
 - 利用 AatII 和 BamHI 切割後再使用接合酶可以製成所要求的重組質體。
 - 利用 BamHI + BglII 與接合酶可以更有效的製成所要求的重組質體。
 - 編碼序列必須與啟動子在同一轉譯框架構。
17. 酵母菌(*Saccharomyces cerevisiae*) 的生活史中會出現單倍體細胞、二倍體細胞、減數分裂與有絲分裂。單倍體有兩種交配型，並可進行交配型轉換（如下圖）。

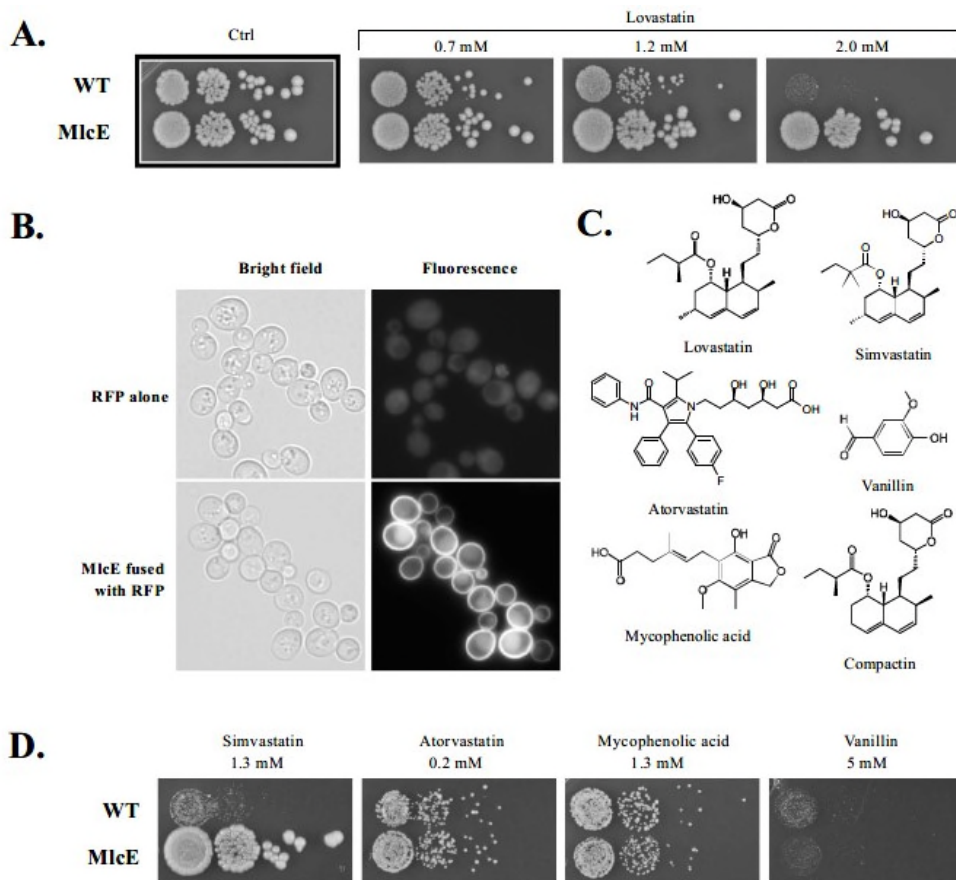


A：出芽酵母菌的交配型轉換（M：母細胞；D：子代細胞，a 與 α ：交配型）圖 A I. 單倍體有絲分裂。A II: 交配與二倍體形成。B: 單倍體酵母菌出芽生殖。在圖 A 與 B 中，綠色部分為抑制因子蛋白 Ash1p 表現處。

指出下列各敘述是**正確**或**錯誤**

- A. 酵母菌的交配只能發生在兩種不同交配型的單倍體細胞間。
- B. 交配型轉換只發生在已產生單倍體子代的母細胞。
- C. 交配型轉換受抑制因子 Ash1p 誘發。
- D. 透過單倍體細胞的交配型轉換和二倍體的減數分裂會產生最多交配型種類的細胞。

18. 他汀類藥物可以用於因血中膽固醇濃度過高引發心血管疾病的患者，用於降低血中膽固醇濃度治療之用。他汀類藥物會藉由競爭結合來抑制3-hydroxy-3-methyl-glutaryl-CoA 還原酶(HMG) 以抑制膽固醇（或麥角固醇）的生合成。HMG 酵素也存在酵母菌中，同時高濃度的他汀類藥物可以作為殺黴菌劑用。本實驗的目的在找出讓酵母菌抗他汀類藥物的基因／酵素。



A：洋菜培養皿基本實驗。分別將野生型(WT) 與表現MlcE 型(MlcE)酵母菌，在含有不同濃度的他汀類藥物(lovastatin) 之YPD 培養基上，分別以連續稀釋的菌液濃度進行培養。最高的細胞濃度在左邊。B：明視野與螢光顯微鏡圖，螢光結果為單獨表現的紅色螢光蛋白(RFP) 或MlcE 結合紅色螢光蛋白(MlcE-RFP)。C：在圖A 與D 中試驗的化合物結構式。D：類似於圖A 的描述，但使用不同藥物處理後的結果。

指出下列各敘述是**正確**或**錯誤**

- 酵母菌原本對於 lovastatin 可以忍受到 0.7mM 。
- MlcE 表現出的蛋白質主要位在細胞膜上。
- 在所有的酵母菌種類中，MlcE 都能提供一般的保護作用。
- MlcE 也可保護酵母菌抵抗藥物 compactin 的傷害。

【待 續】