IGCSE 生物 0610 Paper 4 練習卷：人類運輸—心臟、血液與循環系統（Extended 理論卷・100 分）

答案卷

時限：75 分鐘　總分：100 分　題數：28

第 1 題（17 分）　心臟結構與心動週期

(a) 右心房收縮，血液經三尖瓣（右房室瓣）進入右心室（1 分）；右心室收縮，血液經肺動脈瓣流入肺動脈到肺（1 分）；血液經肺靜脈回流左心房，經二尖瓣進入左心室，再由左心室經主動脈瓣泵入主動脈（1 分）。（3 分）

(b) 心輸出量 = 72 × 70 = 5040 cm³/min（1 分）；搏出量 = 120 − 50 = 70 cm³，與題目相符（1 分）；射血分數 = 70 ÷ 120 × 100 = 58.3%（1 分）；即每次收縮泵出約六成舒張末期容積，其餘留在心室（1 分）。（4 分）

(c) 20 mm ÷ 25 mm/s = 0.80 s（1 分）；心率 = 60 ÷ 0.80 = 75 次/分（1 分）；心律規則，75 次/分在正常靜息範圍（1 分）。（3 分）

(d) 左心室要把血液泵到全身，路程長（1 分）；需要較高壓力，故心肌層較厚以產生較大收縮力（1 分）；右心室只泵血到肺部，路程短（1 分）；所需壓力較低，壁較薄已足夠，厚薄與各自面對的阻力相配（1 分）。（4 分）

(e) 血液每循環一周經過心臟兩次，可在肺部之後重新加壓（1 分）；體循環維持較高血壓，加快輸送氧氣與養分（1 分）；肺循環壓力較低，避免肺部微血管受高壓損傷（1 分）。（3 分）

第 2 題（17 分）　血管結構與血流

(a) 動脈壁厚、肌肉與彈性纖維多，承受並維持高壓血流，彈性回縮使血流連續（1 分）；靜脈壁薄、管腔大，內有瓣膜防止倒流（1 分）；靜脈血壓低，靠骨骼肌收縮與吸氣時胸腔負壓把血液推回心臟（1 分）。（3 分）

(b) 流量 = 3 × 28 = 84 cm³/s（1 分）；每分鐘 = 84 × 60 = 5040 cm³/min，與心輸出量相符（1 分）；微血管速度 = 84 ÷ 3000 = 0.028 cm/s（1 分）；總截面積大則流速慢，血液停留較久，有利物質交換（1 分）。（4 分）

(c) 半徑比 = 1.5 ÷ 2 = 0.75（1 分）；流量比 = 0.75 的四次方 = 0.316（1 分）；即約 31.6%（1 分）；減少 100 − 31.6 = 68.4%，心肌供氧不足引起心絞痛（1 分）。（4 分）

(d) 微血管壁只有一層內皮細胞，擴散距離短（1 分）；血流慢使血液在組織停留時間長，有較多時間擴散（1 分）；總表面積大，氧氣與葡萄糖充分進入細胞，廢物進入血液（1 分）。（3 分）

(e) 運動時肌肉需氧量增加，交感神經使內臟血管收縮，把血液轉往肌肉（1 分）；皮膚血管擴張，增加皮膚血流量以加快散熱（1 分）；兩者同時令總外周阻力不會大跌，有助維持血壓（1 分）。（3 分）

第 3 題（17 分）　血液成分與氧氣運輸

(a) 呈雙凹圓盤形，表面積與體積比大，擴散快（1 分）；成熟時無細胞核及大部分胞器，可容納更多血紅蛋白（1 分）；血紅蛋白含量高，每個分子可結合四個氧分子（1 分）。（3 分）

(b) 每 100 cm³ 載氧量 = 15 × 1.34 = 20.1 cm³（1 分）；5 dm³ = 5000 cm³，即 50 個 100 cm³（1 分）；總載氧量 = 20.1 × 50 = 1005 cm³（1 分）；約 1 dm³ 氧氣，足以應付靜息代謝（1 分）。（4 分）

(c) 百分比 = 9 ÷ 15 × 100 = 60%（1 分）；血液載氧能力下降，肌肉缺氧，容易疲倦（1 分）；身體以加快心跳與呼吸補償，故運動時氣促（1 分）。（3 分）

(d) 肌肉呼吸產生較多二氧化碳，血液 pH 下降（1 分）；體溫上升，紅血球內的有機磷酸鹽增加（1 分）；血紅蛋白對氧的親和力下降，同一分壓下釋出更多氧（1 分）；好處是活躍肌肉獲得更多氧氣作呼吸作用（1 分）。（4 分）

(e) 血管受損時血小板黏附在膠原纖維上並聚集（1 分）；釋出凝血因子，把凝血酶原變成凝血酶（1 分）；凝血酶把纖維蛋白原變成纖維蛋白網，捕捉血細胞形成血塊止血（1 分）。（3 分）

第 4 題（17 分）　氣體交換、運動與心率

(a) 兩者相差 21 − 16 = 5 個百分點（1 分）；每分鐘吸收 = 6 × 5 ÷ 100 = 0.30 dm^3（1 分）；即 300 cm^3（1 分）；這與靜息代謝率相符，運動時通氣量與吸收量一同上升（1 分）。（4 分）

(b) 心輸出量 = 150 × 110 = 16500 cm^3/min（1 分）；即 16.5 dm^3/min（1 分）；倍數 = 16500 ÷ 5040 = 3.27 倍（1 分）；心輸出量上升靠心率與搏出量同時增加，令肌肉獲得更多氧氣（1 分）。（4 分）

(c) 最大心率 = 220 − 16 = 204 次/分（1 分）；儲備 = 204 − 72 = 132 次/分（1 分）；目標 = 72 + 0.70 × 132 = 164.4，約 164 次/分（1 分）。（3 分）

(d) 肌肉產生更多二氧化碳，血液中二氧化碳濃度上升（1 分）；延腦的呼吸中樞受二氧化碳與氫離子濃度刺激（1 分）；更多神經衝動傳到肋間肌與橫膈，呼吸加快加深，排出二氧化碳並吸入更多氧氣（1 分）。（3 分）

(e) 運動時肌肉供氧不足，進行無氧呼吸產生乳酸（1 分）；乳酸積聚形成氧債，須在運動後額外氧化（1 分）；故呼吸與心跳持續加快，把氧氣送到肝臟氧化乳酸，直至氧債償還（1 分）。（3 分）

第 5 題（16 分）　組織液、淋巴與血液的調節

(a) 小動脈端淨壓 = 35 − 25 = 10 mmHg，液體濾出到組織（1 分）；小靜脈端淨壓 = 25 − 15 = 10 mmHg，液體回吸到微血管（1 分）；血液由動脈端流向靜脈端時血壓下降（1 分）；故前端形成組織液、後端大部分回收，其餘成為淋巴（1 分）。（4 分）

(b) 回吸量 = 3 × 0.90 = 2.7 dm^3（1 分）；淋巴量 = 3 − 2.7 = 0.3 dm^3（1 分）；0.3 dm^3 = 300 cm^3（1 分）；這些液體最終經淋巴管回到血液，否則會形成水腫（1 分）。（4 分）

(c) 淋巴管一端封閉，收集多餘組織液（1 分）；管內有瓣膜防止倒流（1 分）；沒有心臟泵，靠骨骼肌收縮及呼吸時胸腔壓力變化推動（1 分）；淋巴最後經鎖骨下靜脈回到血液，維持血量與血壓（1 分）。（4 分）

(d) 進食後血糖上升，胰島細胞分泌胰島素（1 分）；胰島素經血液運到肝臟與肌肉（1 分）；促使細胞吸收葡萄糖並合成糖原，血糖下降（1 分）；血糖過低時升糖素經血液運到肝臟，把糖原分解成葡萄糖，血糖回升（1 分）。（4 分）

第 6 題（16 分）　循環系統健康與醫療科技

(a) 斑塊使冠狀動脈管腔變窄，血流減少（1 分）；心肌的氧氣由冠狀動脈供應，血流不足時供應低於需求（1 分）；心肌改為無氧呼吸，乳酸刺激痛覺神經引起心絞痛（1 分）；運動時需求上升，故多在運動時發作（1 分）。（4 分）

(b) 脈壓 = 150 − 95 = 55 mmHg（1 分）；另一人 = 120 − 80 = 40 mmHg（1 分）；收縮壓與舒張壓同時偏高，屬高血壓（1 分）；長期高壓損害動脈壁，增加動脈粥樣硬化、中風與腎損傷的風險（1 分）。（4 分）

(c) 控制變項包括運動時間與強度、環境溫度、受試者年齡與健康狀況（1 分）；靜坐五分鐘量靜息心率作基線（1 分）；運動固定時間後立即量脈搏 15 秒乘 4，或用心率帶，前後用同一方法（1 分）；重複多次並求平均，可減少隨機誤差，令結果可信（1 分）。（4 分）

(d) 移植可提供功能完整的心臟，病人可回復正常活動，但捐贈者嚴重不足，等候期間可能死亡（1 分）；移植後須長期服用免疫抑制劑，增加感染風險（1 分）；人工心臟無須等候捐贈，可作過渡或長期方案，但需外部電源（1 分）；人工心臟有血栓與感染風險且費用高，故兩者各有適用情況（1 分）。（4 分）