

模組課程能力制定

前言

- 為了建立從**醫預科教育**到基礎醫學及臨床各科教育的科學基礎，以養成醫師們具備終生連續不斷學習**生物及醫學的科學原則之能力**，美國醫學院學會 (AAMC) 與 Howard Hughes Medical Institute (HHMI) 邀請全美的大學、學院及醫學院的科學家、醫師、科學教育者及醫學教育者等專家學者們共同組成一個委員會，負責提出美國未來醫師應有的科學基礎，其範圍包括大學畢業生(醫預科學生premedical students) 在進入醫學院之前，以及**醫學院學生 (medical students) 畢業時，必須具備的最重要的自然科學能力。**

醫學生科學能力M1~M8

(Medical Students Competencies)

醫學生科學能力 M1 (Competency M1)	瞭解維持生理恆定的分子、生化、細胞與系統層次的機制，以及這些機制失調的情況，並將這些知識應用於預防、診斷與處理疾病。
醫學生科學能力 M2 (Competency M2)	運用物理及化學的主要原理，去解釋正常生物學、重大疾病的病理生物學、以及應用於疾病預防、診斷及治療的主要科技之作用機制。
醫學生科學能力 M3 (Competency M3)	運用基因傳遞原理、人類基因組的分子生物學、以及族群遺傳學，來推斷及計算疾病的風險，制定行動計畫以減少此風險，獲得與解釋家族史及祖先資料，進行基因檢驗，引導治療決策，以及評估病人風險。
醫學生科學能力 M4 (Competency M4)	應用健康與生病時之免疫及非免疫宿主防衛機制的細胞及分子基礎的原理，以判定疾病的病因、確定預防的措施、及預測對治療的反應。
醫學生科學能力 M5 (Competency M5)	應用在健康與生病時之一般與疾病特定之病理過程的機制，以預防、診斷、治療及預測重要的人類疾病。
醫學生科學能力 M6 (Competency M6)	將微生物的生物學原理應用於正常生理學與疾病，以解釋疾病之病因、辨認預防措施、以及預測治療效果。
醫學生科學能力 M7 (Competency M7)	應用藥理學原理去評估安全、合理、最適宜且有效的藥物治療選項。
醫學生科學能力 M8 (Competency M8)	應用定量的知識及推理—包括整合資料、模式建構、計算與分析—以及資訊工具來進行臨床診斷與治療的決策。

一. 醫學生科學能力M1 (Competency M1)

瞭解維持生理恆定的分子、生化、細胞與系統層次的機制，以及這些機制失調的情況，並將這些知識應用於預防、診斷與處理疾病。

- **學習目的 (Learning Objectives)**

※應用生物學系統及其互動機制，來解釋人體功能在健康與生病時的情況。

範例：

- a. 解釋心臟收縮降低時，為何會導致鈉與水的滯留、水腫、及低滲透壓。
- b. 說明肝臟功能異常造成門脈高壓、靜脈曲張、腹水及低蛋白白血症的機制，及這些症狀之間的關連性。

二. 醫學生科學能力M2 (Competency M2)

運用物理及化學的主要原理，去解釋正常生物學、重大疾病的病理生物學、以及應用於疾病預防、診斷及治療的主要科技之作用機制。

● 學習目的 (Learning Objectives)

※應用物理及化學原理，例如mass flow, transport, electricity, biomechanics, and signal detection and processing，解釋膜、細胞、組織、器官及人體構造的特定功能，而且瞭解混亂時如何導致疾病。

範例：

- a. 將擴散的知識應用於肺臟之氣體交換，以及腎臟之水及電解質交換。
- b. 敘述信號處理(signal processing)在感覺系統的角色，及其在疾病的意義。

二. 醫學生科學能力M2 (Competency M2)

運用物理及化學的主要原理，去解釋正常生物學、重大疾病的病理生物學、以及應用於疾病預防、診斷及治療的主要科技之作用機制。

範例：

- c. 應用流動阻力(flow resistance)及黏稠性(viscosity)的知識來診斷血液的功能異常。
- d. 向病人解釋球蛋白如何藉著維持血液成分的滲透壓(osmotic pressure)來調整血液量，及其重要性。

三. 醫學生科學能力M3 (Competency M3)

運用基因傳遞原理、人類基因組的分子生物學、以及族群遺傳學，來推斷及計算疾病的風險，制定行動計畫以減少此風險，獲得與解釋家族史及祖先資料，進行基因檢驗，引導治療決策，以及評估病人風險。

- **學習目的 (Learning Objectives)**

※敘述人類基因組的功能元素(functional elements)，它們進化起源、它們的互動，以及基因與基因外顯性改變(epigenetic changes)對適應與健康的影響。

範例：

- a. 解釋非同源染色體重組(nonhomologous recombination)如何造成微缺失/複製症候群(microdeletion / duplication syndromes)，例如顎帆-心臟-臉部症候群(velo-cardio-facial syndrome)。

三. 醫學生科學能力M3 (Competency M3)

運用基因傳遞原理、人類基因組的分子生物學、以及族群遺傳學，來推斷及計算疾病的風險，制定行動計畫以減少此風險，獲得與解釋家族史及祖先資料，進行基因檢驗，引導治療決策，以及評估病人風險。

範例：

- b. 解釋基因表現的微陣列分析 (microarray analysis) 如何用來預測不同腫瘤對於特定化學療法的反應。
- c. 解釋micro RNAs在基因調控(gene regulation)的角色。
- d. 解釋由於異常的基因印痕(aberrant genomic imprinting)所造成的異常，例如普拉德威利症候群(Prader-Willi syndrome)及安格曼症候群(Angelman syndrome)的分子基礎。

四. 醫學生科學能力M4 (Competency M4)

應用健康與生病時之免疫及非免疫宿主防衛機制的細胞及分子基礎的原理，以判定疫病的病因、確定預防的措施、及預測對治療的反應。

● 學習目的 (Learning Objectives)

※應用產生免疫多樣性與專一性的知識，去診斷及治療疾病。

範例：

- a. 敘述體細胞基因重組及clonality在免疫反應之多樣性與專一性(例如小兒麻痺、瘧疾)的角色。
- b. 解釋為什麼clonality determination有助於淋巴腫瘤(lymphoid neoplasm)的診斷。
- c. 解釋兒童疫苗接種的理論基礎。

五. 醫學生科學能力M5 (Competency M5)

應用在健康與生病時之一般與疾病特定之病理過程的機制，以預防、診斷、治療及預測重要的人類疾病。

- **學習目的 (Learning Objectives)**

※瞭解受傷時的細胞反應，其基本病因、生物化學及分子的改變，並將知識應用於評量治療的成效。

範例：

- a. 解釋細胞中自由基的形成及移除，在哪些情況下自由基對身體有益處(例如吞噬細胞的自由基對微生物的傷害)或對組織造成傷害(例如在心肌梗塞時再灌流所造成的傷害reperfusion injury)。

五. 醫學生科學能力M5 (Competency M5)

應用在健康與生病時之一般與疾病特定之病理過程的機制，以預防、診斷、治療及預測重要的人類疾病。

範例：

- b. 說明不同的細胞種類(腎小管細胞、肝細胞、神經元)對於因為血管損傷(vascular compromise)導致缺氧性傷害(anoxic injury)的感受性。
- c. 說明錯誤折疊蛋白質(misfolded protein)的產生與人類疾病(例如Alzheimer's disease)的發生之相關性，以及什麼樣的介入治療能夠防止錯誤折疊蛋白質造成的傷害。

六. 醫學生科學能力M6 (Competency M6)

將微生物的生物學原理應用於正常生理學與疾病，以解釋疾病之病因、辨認預防措施、以及預測治療效果。

- **學習目的 (Learning Objectives)**

※應用宿主-病原體及病原體-族群之相互作用的原理，以及病原體構造、基因組、生命週期、傳遞、自然史及發病機制的知識，以預防、診斷與治療傳染性疾病。

範例：

- a. 應用瘧原蟲(plasmodium)的生命週期及發病原理的知識，以行為(使用蚊帳)及化學方法(抗瘧疾藥mefloquin)來預防瘧疾。
- b. 解釋使用acyclovir來治療*Herpes simplex*感染。

六. 醫學生科學能力M6 (Competency M6)

將微生物的生物學原理應用於正常生理學與疾病，以解釋疾病之病因、辨認預防措施、以及預測治療效果。

範例：

- c. 解釋細菌增加抗藥性的機制。
- d. 利用病毒致癌機制的原理來解釋人類乳突病毒(HPV)如何導致子宮頸癌。

七. 醫學生科學能力M7 (Competency M7)

應用藥理學原理去評估安全、合理、最適宜且有效的藥物治療選項。

- **學習目的 (Learning Objectives)**

※應用病理學過程、藥物動力學及藥效學的知識，來引導安全且有效的治療。

範例：

- a. 運用不同作用機制的多種藥物於癌症的化學治療。
- b. 解釋對enantiomeric drugs反應的差別。
- c. 解釋適當的治療策略如何幫助減少或預防抗藥性。
- d. 依照腎功能調整藥物劑量。
- e. 在決定藥物劑量時，考慮食物–藥物及藥物–藥物的互相作用。

八. 醫學生科學能力M8 (Competency M8)

應用定量的知識及推理—包括整合資料、模式建構、計算與分析—以及資訊工具來進行臨床診斷與治療的決策。

- **學習目的 (Learning Objectives)**

※應用基本的數學工具與概念，包括功能、圖表與模式建構、測量與比例(scale)、及定量的推理，來瞭解在健康與生病時，膜、細胞、組織、器官及人體構造的特殊功能。

範例：

- a. 解釋圖表呈現的藥物濃度，以瞭解劑量及藥物動力學的功用。
- b. 利用尿及血清肌酸酐(serum creatinine)的濃度、尿流率、身高及體重，來估算的腎絲球過濾率(glomerular filtration rate, GFR)。

八. 醫學生科學能力M8 (Competency M8)

應用定量的知識及推理—包括整合資料、模式建構、計算與分析—以及資訊工具來進行臨床診斷與治療的決策。

範例：

- c. 利用圖表呈現飯後的血糖濃度，並且解釋回饋機制如何減緩血糖濃度的波動。

前言

- 為了建立從**醫預科教育**到基礎醫學及臨床各科教育的科學基礎，以養成醫師們具備終生連續不斷學習**生物及醫學的科學原則之能力**，美國醫學院學會 (AAMC) 與 Howard Hughes Medical Institute (HHMI) 邀請全美的大學、學院及醫學院的科學家、醫師、科學教育者及醫學教育者等專家學者們共同組成一個委員會，責責提出美國未來醫師應有的科學基礎，其範圍包括大學畢業生**(醫預科學生premedical students)** 在進入**醫學院之前**，以及醫學院學生 (medical students) 畢業時，必須具備的最重要的自然科學能力。

醫預科學生科學能力 E1~E8

(Premedical Students Competencies)

醫預科學生科學能力E1 (Competency E1)	應用定量推論(quantitative reasoning)及適當的數學，去敘述或解釋自然世界的現象。
醫預科學生科學能力E2 (Competency E2)	顯示對於科學研究過程的瞭解，並能解釋科學知識是如何發現與驗證的。
醫預科學生科學能力E3 (Competency E3)	瞭解基本的物理原理，以及其於生活系統的應用。
醫預科學生科學能力E4 (Competency E4)	展現化學基本原理的知識，及某些原理被應用來瞭解生命系統。
醫預科學生科學能力E5 (Competency E5)	展現生物分子如何對細胞構造與功能有貢獻的知識。
醫預科學生科學能力E6 (Competency E6)	瞭解及應用分子與細胞聚合、器官及生物體如何發展構造及執行功能的原理。
醫預科學生科學能力E7 (Competency E7)	解釋生物體如何感覺與控制它們的內部環境，以及它們對於外界的變化如何反應。
醫預科學生科學能力E8 (Competency E8)	瞭解天擇的演化組織原則，如何解釋地球生命的多樣性。

一.醫預科學生科學能力E1 (Competency E1)

應用定量推論(quantitative reasoning)及適當的數學，去敘述或解釋自然世界的現象。

- **學習目的 (Learning Objectives)**

※展現定量計算能力(quantitative numeracy)及對數學語言的熟練。

範例：

- a. 以量化術語表達及分析自然的現象，包括對於自然盛行的對數/指數的關係(例如變動率、pH)的了解。
- b. 利用數值關係解釋程度的差異，例如比率(rates)與比例(proportions)。

一.醫預科學生科學能力E1 (Competency E1)

應用定量推論(quantitative reasoning)及適當的數學，去敘述或解釋自然世界的現象。

範例：

- c. 利用因次分析(dimensional analysis)及單位換算，去比較以不同系統的單位呈現的結果。
- d. 使用Internet發現相關資訊，綜合並利用所收集到的資料進行推論。

二.醫預科學生科學能力E2 (Competency E2)

顯示對於科學研究過程的瞭解，並能解釋科學知識是如何發現與驗證的。

- **學習目的 (Learning Objectives)**

※透過實際操作實驗或實地工作經驗發展觀察及解釋的技巧。

範例：

- a. 收集並解釋辨認化合物的混合物之原始資料。
- b. 利用簡化或部份的資料去建構三度空間的樣本(例如從書面方程式發展有機分子的模型，或從連續切片分析去建立生物構造的模式)。
- c. 顯示出能夠利用在實驗室分析或實地觀察所做的測量，來分析及推斷結論的能力。

三. 醫預科學生科學能力E3 (Competency E3)

瞭解基本的物理原理，以及其於生活系統的應用。

- **學習目的 (Learning Objectives)**

※瞭解應用於人類及診斷系統的力學(mechanics)。

範例：

- a. 解釋功、能量、力及加速度之間的互相關係。
- b. 將向心加速度的知識，運用於用來訓練飛行員及太空人的“g-force”裝置。
- c. 解釋分子及細胞的分離技術(例如離心分離法與層析法)之機械基礎。
- d. 將力學的知識應用於生物系統中不同層級(從分子層級到生物體層級)的運動。

四.醫預科學生科學能力E4 (Competency E4)

展現化學基本原理的知識，及某些原理被應用來瞭解生命系統。

- **學習目的 (Learning Objectives)**

※展現原子構造的知識。

範例：

- a. 利用原子構造之原子軌道及原子性質的周期性來解釋化學反應。
- b. 定義同位素的構造本質與特徵，及解釋它們為何適合或不適合做為生物學追蹤劑。

五.醫預科學生科學能力E5 (Competency E5)

展現生物分子如何對細胞構造與功能有貢獻的知識。

- **學習目的 (Learning Objectives)**

※展現對於生物大分子的構造、生物合成與降解之知識。

範例：

- a. 辨認主要的大分子(蛋白質、核酸、碳水化合物、及脂肪)，而且解釋它們的結構如何影響它們的特質。
- b. 解釋疏水性(hydrophobicity)與親水性(hydrophilicity)如何驅動分子結合，以及對其特異性和親和力的貢獻。
- c. 解釋為什麼蛋白質、核酸、碳水化合物及脂肪的降解與再循環作用，對細胞之正常功能是必須的。

六.醫預科學生科學能力E6 (Competency E6)

瞭解及應用分子與細胞聚合、器官及生物體如何發展構造及執行功能的原理。

● 學習目的 (Learning Objectives)

※利用原核細胞及真核細胞的一般組成的知識，例如分子的、微觀的、巨觀的、及三維立體結構，去解釋不同的組成如何貢獻於細胞及生物體的功能。

範例：

- a. 敘述當細胞開始進行分裂時，其內部構造如何變化。
- b. 敘述蛋白質如何針對真核細胞內的不同位置。
- c. 敘述細胞骨架(cytoskeleton)在細胞行變形蟲運動時之角色。

七.醫預科學生科學能力E7 (Competency E7)

解釋生物體如何感覺與控制它們的內部環境，以及它們對於外界的變化如何反應。

● 學習目的 (Learning Objectives)

※利用質傳、熱傳、能量平衡、回饋與控制系統之原理，來解釋生物體之生理恆定的維持。

範例：

- a. 解釋CO₂在維持pH恆定的角色。
- b. 解釋在面臨細胞外滲透改變時，細胞維持細胞體積的機制。
- c. 舉例說明pumps如何移動身體內或內部與外部環境之間的受質及液體。
- d. 解釋陸域生物如何解決氣體交換與水分維持之間彼此競爭的需求。

八.醫預科學生科學能力E8 (Competency E8)

瞭解天擇的演化組織原則，如何解釋地球生命的多樣性。

- **學習目的 (Learning Objectives)**

※解釋染色體變異與突變如何有助於族群的延續。

範例：

- a. 解釋不當使用抗生素如何導致抗藥性細菌菌株之演化。
- b. 解釋鐮狀細胞對偶基因(sickle cell allele)持續存在於非洲後裔族群中。