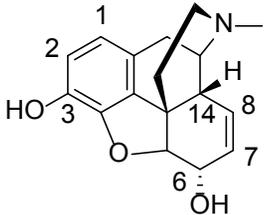
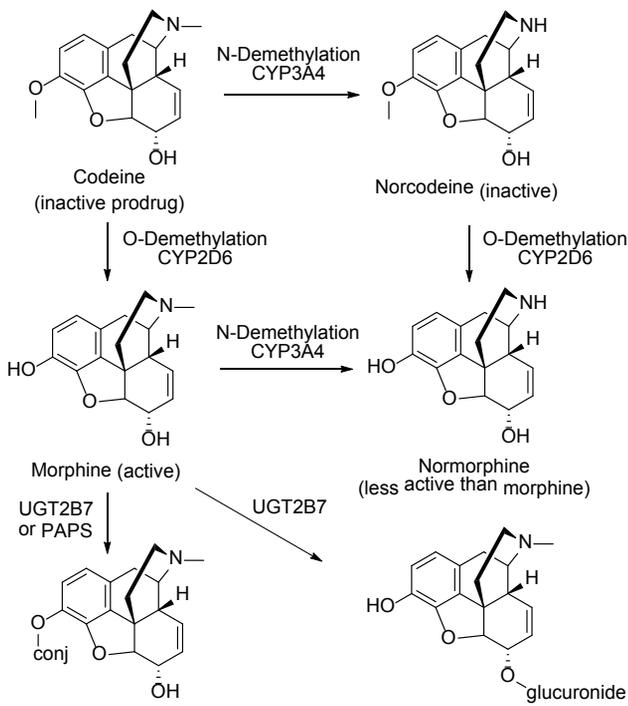
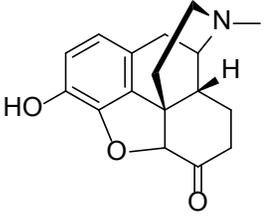
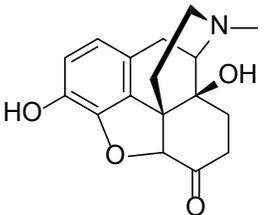
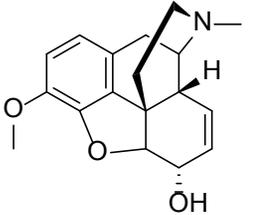
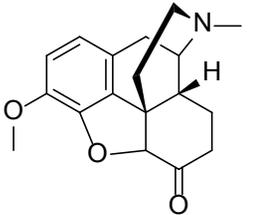
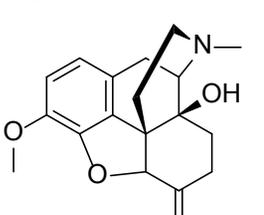


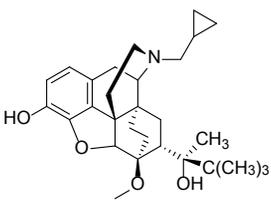
壹、Narcotic analgesics 麻醉性鎮痛劑

A. Phenanthrene-based μ -opioid receptor agonists 菲類結構的鴉片受體 μ 亞型致效劑

1. 藥物個論

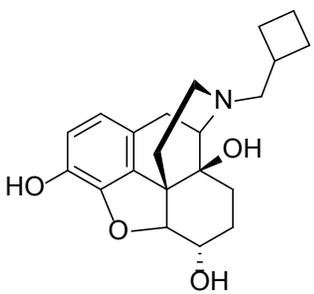
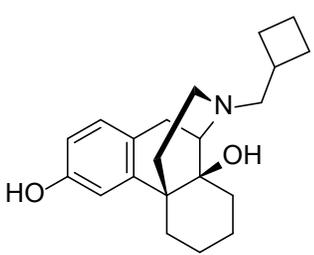
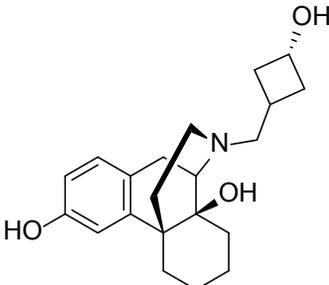
名稱 / 結構	備註																								
Morphine 	<ul style="list-style-type: none"> ● Morphine 為此類藥物之代表 ● SAR <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">結構改變</th> <th>鎮痛活性影響</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">3-OH</td> <td>還原成 H</td> <td>活性 ↓</td> </tr> <tr> <td>酯化成 OR</td> <td>活性 ↓ (codeine)</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">6-OH</td> <td>氧化成 =O</td> <td>活性 ↓</td> </tr> <tr> <td>還原成 H</td> <td>活性 ↑</td> </tr> <tr> <td>酯化成 OR</td> <td>活性 ↑</td> </tr> <tr> <td colspan="2">3-OH 和 6-OH 同時酯化成 OR</td> <td>活性 ↑ (heroin)</td> </tr> <tr> <td colspan="2">7,8 雙鍵氧化成單鍵 (dihydro-)</td> <td>活性 ↑</td> </tr> <tr> <td colspan="2">14-H 氧化成 β-OH</td> <td>活性 ↑</td> </tr> </tbody> </table> <ul style="list-style-type: none"> ● 代謝詳見下圖  <ul style="list-style-type: none"> ● 代謝物嗎啡-6-葡萄糖醛酸的鎮痛活性比嗎啡強，起效慢，效果更持久且不良反應少。 	結構改變		鎮痛活性影響	3-OH	還原成 H	活性 ↓	酯化成 OR	活性 ↓ (codeine)	6-OH	氧化成 =O	活性 ↓	還原成 H	活性 ↑	酯化成 OR	活性 ↑	3-OH 和 6-OH 同時酯化成 OR		活性 ↑ (heroin)	7,8 雙鍵氧化成單鍵 (dihydro-)		活性 ↑	14-H 氧化成 β -OH		活性 ↑
結構改變		鎮痛活性影響																							
3-OH	還原成 H	活性 ↓																							
	酯化成 OR	活性 ↓ (codeine)																							
6-OH	氧化成 =O	活性 ↓																							
	還原成 H	活性 ↑																							
	酯化成 OR	活性 ↑																							
3-OH 和 6-OH 同時酯化成 OR		活性 ↑ (heroin)																							
7,8 雙鍵氧化成單鍵 (dihydro-)		活性 ↑																							
14-H 氧化成 β -OH		活性 ↑																							

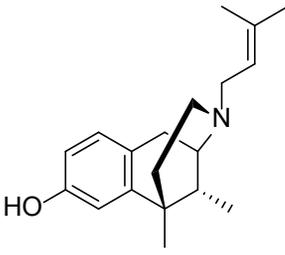
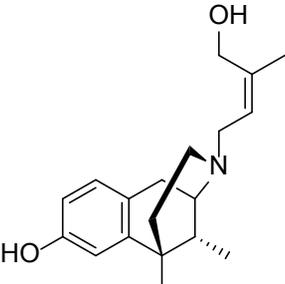
<p>Hydromorphone</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ● 與 morphine 相比，hydromorphone 的 7,8-dihydro-6-one 結構使鎮痛作用增加，呼吸抑制和便秘等副作用風險也會增加。 ● Hydromorphone 主要通過 C3 葡萄糖醛酸化進行代謝，少量經過 6- 酮基還原為醇。
<p>Oxymorphone</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ● Oxymorphone 的 14 β-OH 基團使 μ 受體親和力的增加，其鎮痛作用大約是 hydromorphone 的 3 到 4 倍，morphine 的 10 倍。 ● 其代謝途徑與 hydromorphone 的代謝途徑相似。由於 oxymorphone 不被 CYP 酵素代謝，基本上沒有 CYP 相關藥物相互作用的風險。
<p>Codeine</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ● Codeine 是 morphine 的 3- 甲氧基 prodrug，必須經過 CYP2D6 進行 O- 去甲基化，才有鎮痛效果。 ● Codeine 可經 O- 去甲基化或 N- 去甲基化代謝（見上圖），最後再經 phase 2 葡萄糖醛酸化。
<p>Hydrocodone</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ● Hydrocodone 是 hydromorphone 的 3- 甲氧基 prodrug，必須經過 CYP2D 進行 O- 去甲基化，才有鎮痛效果。 ● 代謝途徑與 codeine 相似。
<p>Oxycodone</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ● Oxycodone 是 oxymorphone 的 3- 甲氧基 prodrug，必須經過 CYP2D6 進行 O- 去甲基化，才有鎮痛效果。 ● 代謝途徑與 codeine 相似，其中 CYP3A4 介導的 N- 脫烷基化在 oxycodone 代謝中起主要作用。

<p>Buprenorphine</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ● 比 morphine 多一個環，屬於 orvinol 類結構。 ● Buprenorphine 是 μ 受體的部分制效劑 partial agonist，亦是 κ 受體的拮抗劑 antagonist。作為部分制效劑，其對 μ 受體的藥理作用有上限，這限制了毒性，包括呼吸抑制、身體依賴性和濫用可能性。 ● Buprenorphine 的 N-環丙基甲基基團通常具有 μ 拮抗劑作用；C7 側鏈的額外疏水性和氫鍵能力使 buprenorphine 對 μ 受體有非常高的親和力，鎮痛效果高於 morphine。 ● 透過 CYP3A4 的 N-dealkylation 代謝成活性代謝物 norbuprenorphine，然後經 phase 2 在 C3 處被葡萄糖醛酸化。
--	---

B. Phenanthrene-based κ -opioid receptor agonists 非類結構的鴉片受體 κ 亞型致效劑

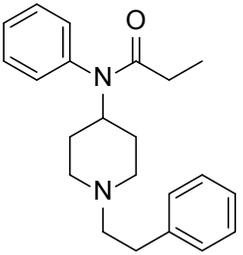
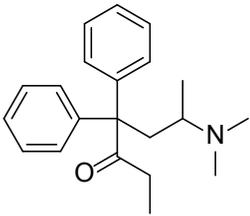
1. 藥物個論

名稱 / 結構	備註
<p>Nalbuphine</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ● N 上的環丁基甲基 (nalbuphine, butorphanol) 或二甲基烯丙基 (pentazocine) 取代基，可產生 κ 受體介導的鎮痛效果。 ● Nalbuphine 除了是 κ 受體制效劑外，也表現出 μ 受體部分拮抗的效果。 此類藥物臨床上不常用於控制疼痛，因為具有煩躁不安的風險。 ● 其他 κ 受體相關的不良反應包括利尿和鎮靜，但呼吸抑制、便秘、欣快感和成癮的風險低於 μ 制效劑。 ● 主要代謝物為 N-dealkylation 後得到的 Nornalbuphine，以及 6 位氧化產生酮基。
<p>Butorphanol</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ● 比 morphine 結構少一個環，屬於 morphinan 類。 ● Butorphanol 除了是 κ 受體制效劑外，也表現出 μ 受體部分致效的效果。 ● 主要代謝物為 Trans-3'-hydroxybutorphanol。 

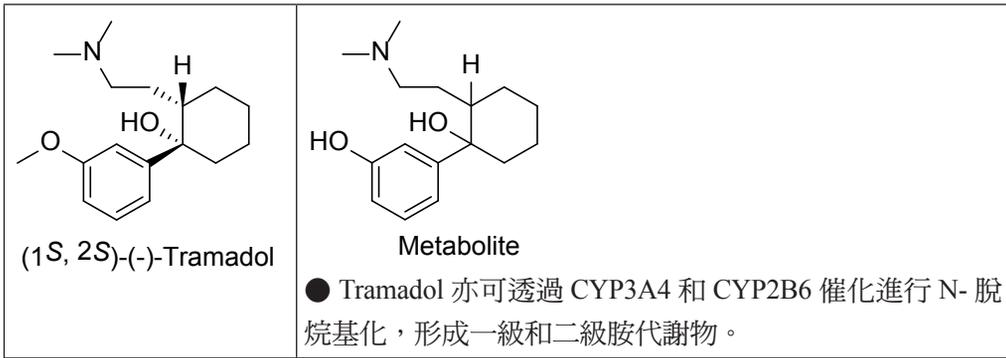
<p>Pentazocine</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ● 結構屬於 benzazocaine 類。 ● Pentazocine 除了是 κ 受體制效劑外，也表現出 μ 受體部分致效的效果。 ● 主要代謝物為 Hydroxypentazocine 
--	--

C. Flexible opioid agonists 非剛性結構的鴉片受體致效劑

1. 藥物個論

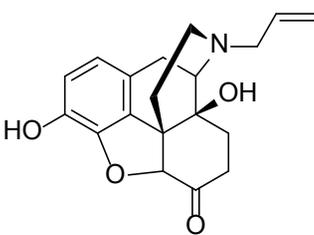
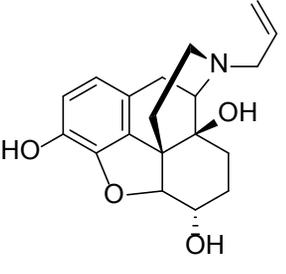
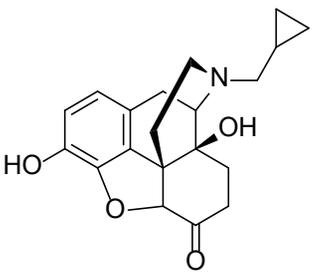
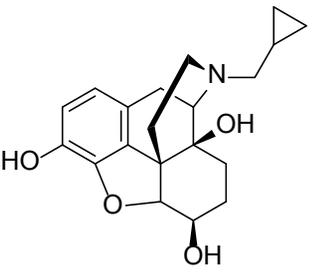
名稱 / 結構	備註
<p>Fentanyl</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ● Fentanyl 是一種鎮靜效果強且誘導欣快感的鎮痛劑，其效力約為嗎啡的 75-100 倍。 ● Fentanyl 具有 anilidopiperidine 的骨架，親脂性強使其能夠快速滲透 BBB，鎮痛作用強但持續時間很短。 ● Fentanyl 通過 CYP3A4 催化的 N- 脫烷基作用廣泛生物轉化為無活性代謝物。 ● 最受關注的 fentanyl 不良反應是持續時間長的呼吸抑制，可以比逆轉呼吸抑制的拮抗劑作用更持久。
<p>Methadone</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ● Methadone 是少數結構中不含 piperidine 的鴉片類鎮痛藥物 (碳鏈部分可視為被開環的 piperidine)。 ● Methadone 市售為消旋化合物，但具鴉片類鎮痛作用的主要是 R(-) 異構體。S(+) 異構體可拮抗 NMDA 受體，對神經性疼痛和鴉片類藥物抗性疼痛有潛在益處，但也可能導致 methadone 潛在的嚴重心血管毒性。 ● Methadone 的長半衰期是由於產生了數種活性代謝物。

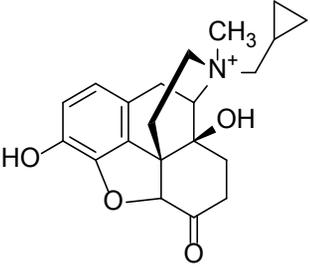
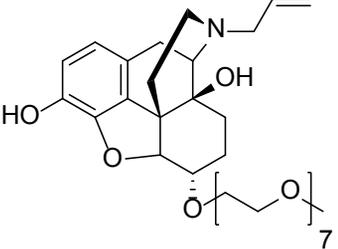
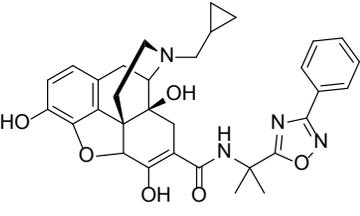
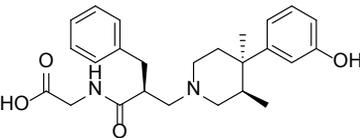
	<p>●其中，normethadone 及 dinormethadone 分別可以環化形成無活性 pyrrolidine 代謝物 EDDP 和 EDMP。</p> <p>EDDP (inactive) EDMP (inactive)</p>
<p>Tramadol</p> <p>(1R, 2R)-(+)-Tramadol</p>	<p>●Tramadol (+) 1R, 2R 異構體具有 serotonin (5-HT) 再吸收抑制活性；(-) 1S, 2S 異構體具有 norepinephrine (NE) 再吸收抑制活性。</p> <p>● Tramadol 經由 CYP2D6 催化進行 O- 脫烷基化反應，產生酚類代謝物，其再吸收抑制活性減弱，但 μ 受體親和力大幅增加，是主要的 μ 受體致效劑。故缺乏 CYP2D6 的患者使用 tramadol 效果較差。苯酚代謝物會透過葡萄糖醛酸化或硫酸化共軛失活，隨尿液排泄。</p>



D. Opioid antagonists 鴉片受體拮抗劑

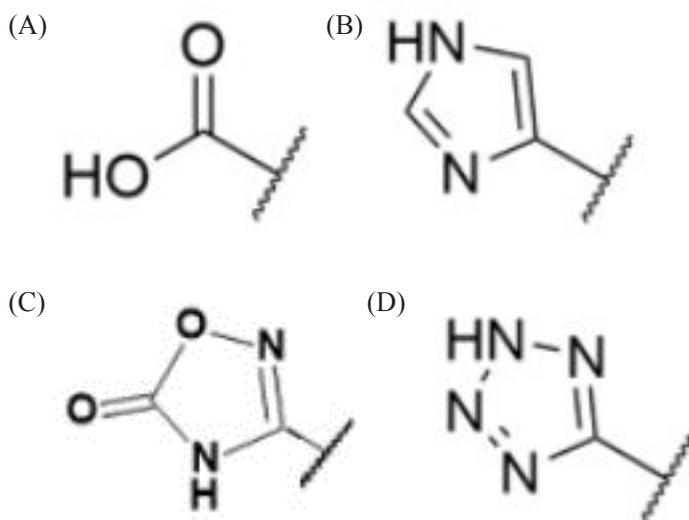
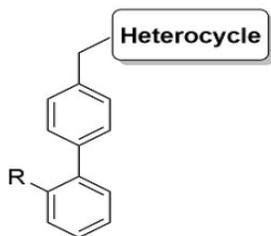
1. 藥物個論

名稱 / 結構	備註
<p>Naloxone</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ● Naloxone 是鴉片受體拮抗劑，可以逆轉鴉片致效劑的中樞作用，過量中毒可作為解毒劑。 ● 結構與 oxymorphone 只差在 17 位的 N-alkyl，Naloxone 的命名也由此而得 (N-alkyl oxymorphone) ● Naloxone 的胺上具有拮抗劑活性導向的烯丙基取代，並包含必要的 14β-OH、7,8 位單鍵，6 位酮基。 ● Naloxone 可透過 N- 脫烷基化代謝，或是立體專一性還原為 6α-naloxol，並和葡萄糖醛酸結合。 
<p>Naltrexone</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ● Naltrexone 的作用與結構都與 naloxone 相似，N- 環丙基甲基取代基使 naltrexone 的拮抗效果比 naloxone 更強。 ● 主要代謝物為 6β-Naltrexol。 

<p>Methylnaltrexone</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ● Methylnaltrexone 是四級銨陽離子，無法穿過血腦屏障，作用在周邊的 μ 鴉片受體拮抗藥物，可逆轉阿片類藥物的某些副作用（例如：便秘），而不會顯著影響疼痛緩解或戒斷症狀。 ● Methylnaltrexone 主要以原形從尿液和糞便中排出。少部分經過 6- 酮基還原為異構醇和苯酚磺化。
<p>Naloxegol</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ● Naloxegol 是周邊作用的 μ 鴉片受體拮抗劑。 ● Naloxegol 主要透過 CYP3A4 進行 N- 和 O- 脫烷基化代謝。
<p>Naldemedine</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ● Naldemedine 是周邊作用的 μ 鴉片受體拮抗劑。 ● Naldemedine 經 CYP3A4 催化的 N- 脫烷基化，代謝為具有活性的二級胺代謝物。也會經歷醯胺水解以產生羧酸基代謝物。
<p>Alvimopan</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ● Alvimopan 是一種周邊作用的 μ- 阿片受體拮抗劑。 ● 肝臟代謝很少，藥物主要通過分泌到膽汁中排出體外。

題目

- (B) 1. Angiotensin II receptor blockers (ARBs) 的簡式 (如下圖) , 111(二)
何者並非 ARBs 中 R 的結構?



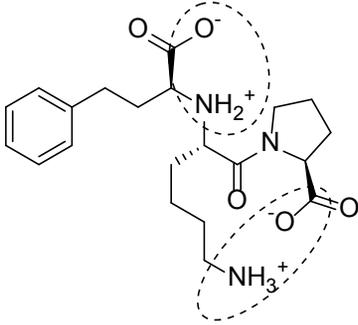
【詳解】聯苯的鄰位上需要酸性基團以增強競爭性抑制的效果，常見的酸性基團包括 tetrazole 環 (選項 D) 及羧酸 (選項 A)。Azilsartan 結構中則具有與 tetrazole 環等價的 5-oxo-1,2,4-oxadiazole 環 (選項 C) 作為酸性基團。

(D) 2. 下列 ACE 抑制劑的作用，何者不需經過 bioactivation ？

111(二)

- (A) enalapril (B) fosinopril
(C) perindopril (D) lisinopril

【詳解】 Lisinopril 親脂性低，但可以以非 prodrug 形式口服給藥。因為以 n-butylamine 取代甲基，Lisinopril 內部會形成兩組兩性離子 (di-zwitterion)，維持總電荷為 0，電中性的狀態通過脂雙層。

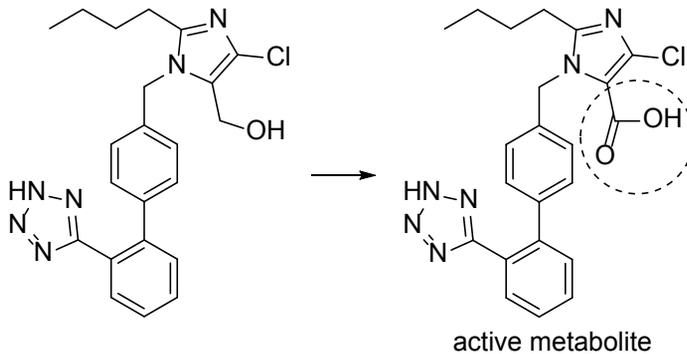


(A) 3. 降血壓藥 losartan 於體內可轉換成活性代謝物，該代謝物具有下列何種基團？

111(二)

- (A) carboxylic acid (B) phenol
(C) furan (D) oxazole

【詳解】

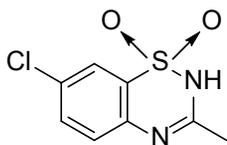


(B) 7. 下列有關 diazoxide 的敘述，何者錯誤？

110(一)

- (A) 可直接作用於血管平滑肌細胞，造成鉀離子通道開啟
 (B) 可降血糖
 (C) 氧化為其主要的代謝途徑
 (D) 結構中含有 sulfonamide 基團

【詳解】diazoxide 可延長鉀離子通道的開啟，使血管擴張。會抑制胰島素分泌，使血糖上升。Diazoxide 部分以原型排出，部分經 3 位甲基經基化代謝為醇類，再繼續氧化為羧酸。

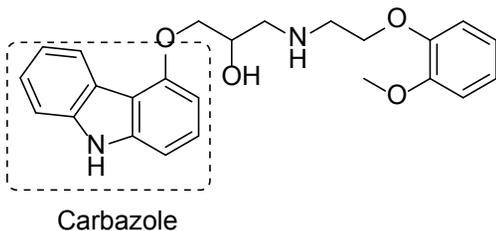


(B) 8. Carvedilol 結構中具有下列何種雜環？

110(二)

- (A) indole (B) carbazole
 (C) quinoline (D) quinazoline

【詳解】



(A) 9. 下列利尿劑中，何者具有 sulfonyleurea 結構？

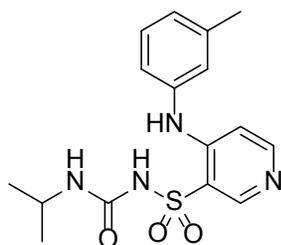
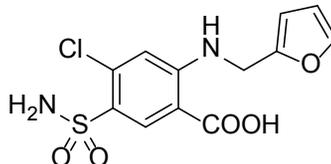
110(二)

- (A) torsemide (B) furosemide
(C) bumetanide (D) indapamide

【詳解】

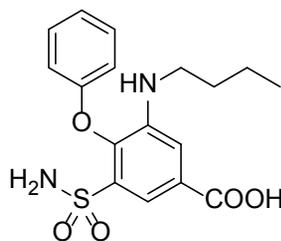
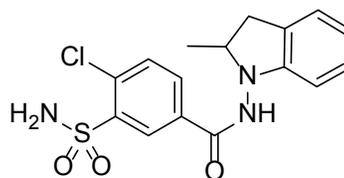
(A) torsemide 在磺醯胺基團的 N 上有側鏈取代，形成硫醯基尿素 (sulfonyleurea) 基團。

(B) furosemide



(C) bumetanide

(D) indapamide

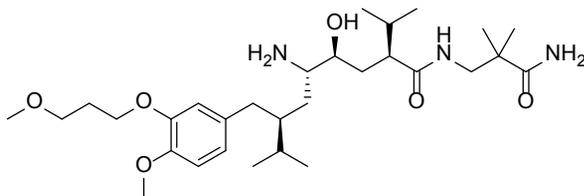


(B) 10. 下列有關降血壓藥 aliskiren 的結構與活性描述，何者錯誤？

109(二)

- (A) 作用標的為腎素 (renin)
(B) 結構模擬 serine protease 活性作用位置
(C) 口服吸收差
(D) 與高脂食物併服會降低吸收

【詳解】 Aliskiren 為 aspartyl protease renin inhibitor，作用在 RAAS 系統，藉由與腎素的酵素活性位置做專一可逆性的結合，抑制 Angiotensin I 及 Angiotensin II 的形成，達到降血壓作用。

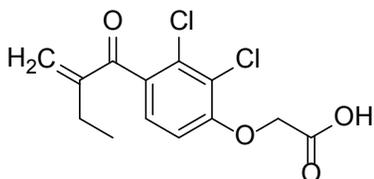


(C) 11. 下列何種利尿劑不具 sulfonamide 結構？

109(二)

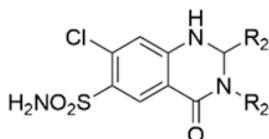
- (A) gabapentin (B) ethosuximide
(C) carbamazepine (D) primidone

【詳解】與其他 loop diuretics 不同，ethacrynic acid 不具磺醯胺基團 (sulfonamide)，不屬於磺胺類藥物。



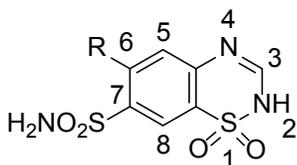
(C) 12. 具有下列結構的分子，其最主要的活性作用為何？

109(二)



- (A) 安眠 (B) 抗炎
(C) 利尿 (D) 制酸

【詳解】與 Thiazide 類利尿劑之基本架構相似

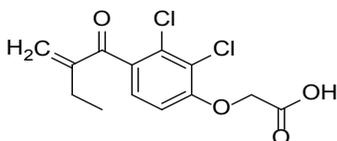


(C) 13. 下列那一個利尿劑不屬於 sulfonamide 衍生物？

109(一)

- (A) chlorthalidone (B) chlorothiazide
(C) ethacrynic acid (D) furosemide

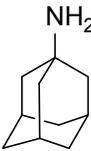
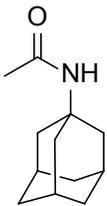
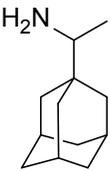
【詳解】與其他 loop diuretics 不同，ethacrynic acid 不具磺醯胺基團 (sulfonamide)，不屬於磺胺類藥物。



壹、病毒附著、穿透、脫殼抑制劑

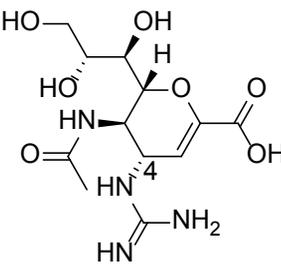
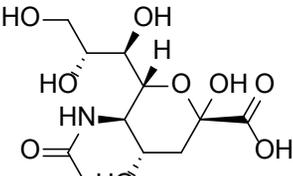
A. M2 inhibitors (只對 influenza A 有效)

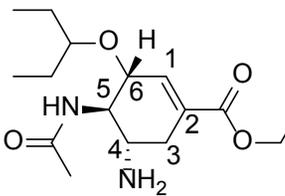
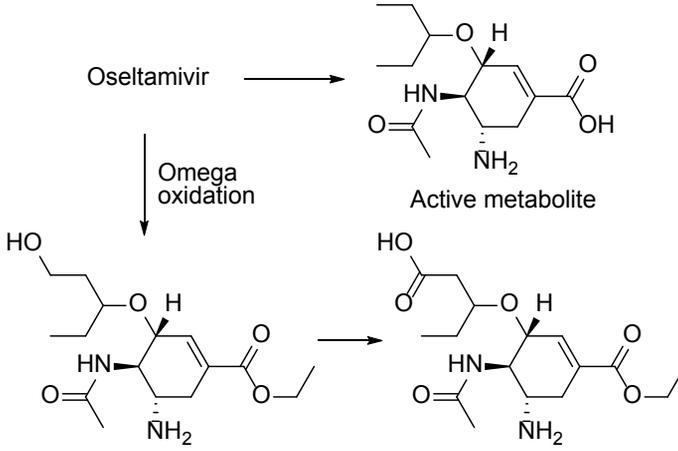
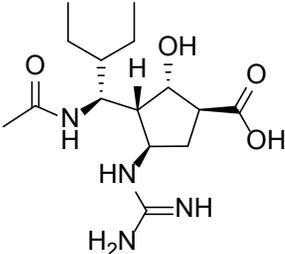
1. 藥物個論

名稱 / 結構	備註
<p>Amantadine</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ● Amantadine 是由十個碳組成的對稱立體結構，形成四個面皆為環己烷。 ● Amantadine 可抑制 influenza A 的 M2 膜蛋白離子通道運送 H⁺ 之功能，使得 pH 無法降低，因而使病毒無法順利脫去外殼，干擾病毒進入宿主細胞，早期抑制病毒的複製。 ● Amantadine 可用於治療帕金森氏症。 ● Amantadine 主要是在尿液中以原型排泄，產生少量 N-乙酰化代謝物。 
<p>Rimantadine</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ● Rimantadine 的結構和作用機轉皆與 Amantadine 相似，Rimantadine 的活性較好，且中樞神經系統副作用較少。

B. Neuraminidase (NA) inhibitors

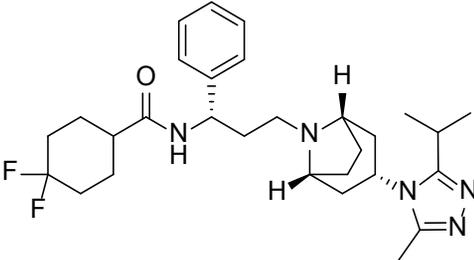
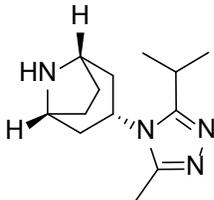
1. 藥物個論

名稱 / 結構	備註
<p>Zanamivir</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ● Zanamivir 是唾液酸 (sialic acid) 的衍生物，可競爭性抑制 NA 水解唾液酸，使複製完成的流感病毒無法從宿主細胞表面脫離釋出。  <p>Sialic acid</p>

	<ul style="list-style-type: none"> ● Zanamivir 與唾液酸同樣具有 C-2 羧酸基、C-5 acetamido carbonyl 及 C-6 glycerol 結構。Zanamivir 中心為 pyran 環，C-4 胍基取代能增加藥物與 NA 的結合能力，提高競爭性抑制效果。
<p>Oseltamivir</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ● Oseltamivir 具有環己烷環中心，C-4 胺基取代對藥物與 NA 的結合能力有正向效果；C-6 的 3-pentyloxy 側鏈，能最大化藥物與 NA 的疏水性結合。 ● Oseltamivir 是一種可口服的酯化 prodrug，在肝臟經水解為羧酸活性代謝物。也會透過 ω-oxidation 形成羥基化代謝物。 
<p>Peramivir</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ● Peramivir 具有環戊烷環、羧酸基及胍基結構。 ● Peramivir 大多不經代謝，以原型由尿液排出。

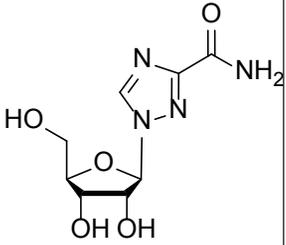
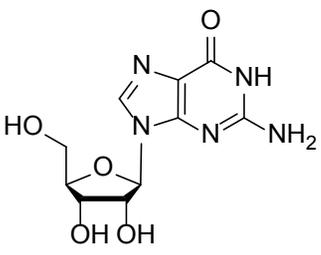
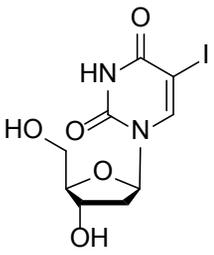
貳、Entry (Fusion) Inhibitors 融合抑制劑

A. 藥物個論

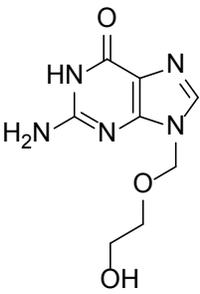
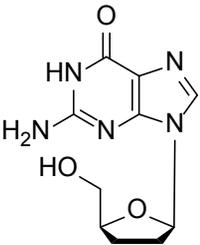
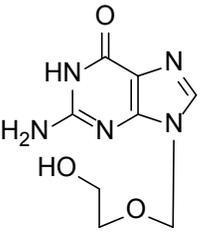
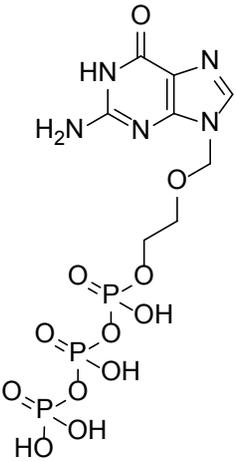
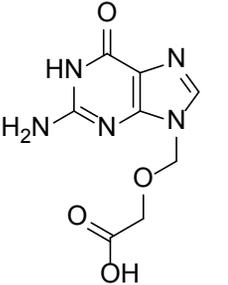
名稱 / 結構	備註
Enfuvirtide	<ul style="list-style-type: none"> ● Enfuvirtide 是一種由 36 個氨基酸合成的寡肽，是一個模擬 HIV-1 gp41 結構的抑制劑，藉由競爭性結合於病毒 HR1 上，阻斷 HIV-1 病毒進入細胞（對 HIV-2 無效）。 ● 常與其他抗反轉錄病毒製劑併用，治療 HIV-1 感染。
Maraviroc 	<ul style="list-style-type: none"> ● Maraviroc 是 CCR5 antagonist，可以阻斷 R5 病毒與 CCR5 輔助接受器結合，進而阻止病毒進入宿主 CD4 細胞。 ● Maraviroc 對具有 CXCR4 輔助受體的細胞無效，因此在治療前必須先做 HIV 病毒趨性試驗，僅 R5 病毒可以使用。 ● Maraviroc 被 CYP3A4 代謝，產生無活性的 N- 脫烷基產物。 

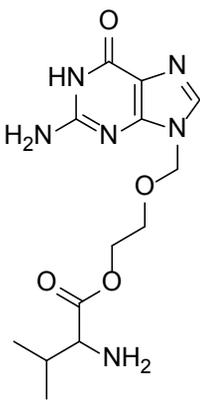
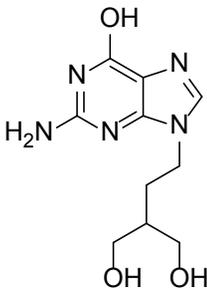
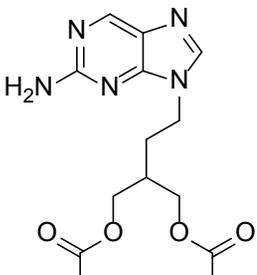
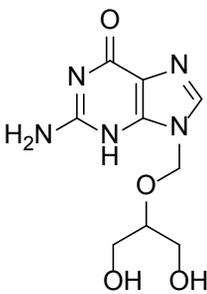
參、病毒核酸複製抑制劑 (Agents interfering with viral nucleic acid replication)

A. 傳統核苷類似物 Conventional nucleoside analogues

名稱 / 結構	備註
<p>Ribavirin</p> 	<p>● Ribavirin 是一種 guanosine 類似物，對 DNA 和 RNA 病毒都具有廣譜抗病毒活性，與 interferon 併用治療慢性 C 型肝炎。</p>  <p>Guanosine</p> <p>● Ribavirin 是一種 prodrug，通過 adenosine kinase 磷酸化為活性三磷酸化型態，干擾 RNA 聚合酶，抑制 mRNA 和核酸合成。</p> <p>● Ribavirin 具有致畸胎性，並可能導致溶血性貧血。</p>
<p>Idoxuridine</p> 	<p>● Idoxuridine 是一種 prodrug，同樣需要磷酸化為三磷酸化型態。磷酸化產物可抑制細胞 DNA 聚合酶；也可以替代 thymidine 插入病毒核酸，藥物中的碘原子會妨礙鹼基對的生成，干擾病毒複製。</p> <p>● 將碘原子置換可得到同類型的其他藥物，包括：氟取代的 Fluorodeoxyuridine、溴取代的 Bromodeoxyuridine、CF₃ 取代的 Trifluorothymidine。這些藥物因藥效有限，臨床上少用。</p>

B. 開環核苷類似物 Acyclic nucleoside analogues

名稱 / 結構	備註
<p data-bbox="275 299 391 329">Acyclovir</p> 	<p data-bbox="571 299 1243 427">● Acyclovir 是 deoxyguanosine 的衍生物，其醯基部分為開環狀態。可選擇性抑制單純疱疹病毒 (HSV-1、HSV-2) 和水痘帶狀疱疹病毒 (VZV) 的複制。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">   </div> <p data-bbox="604 701 996 731">Deoxyguanosine □ Acyclovir</p> <p data-bbox="571 740 1243 868">● Acyclovir 通過病毒的 thymidine kinase 在細胞內轉化為 Acyclovir monophosphate，再透過正常細胞的 guanosine monophosphate kinase 進一步轉化為 di- 和 triphosphates。</p> <p data-bbox="571 887 1243 1064">● Acyclovir triphosphate 對病毒的 DNA 聚合酶具有高親和力，作為 dGTP 的類似物競爭性抑制病毒 DNA 聚合酶。Acyclovir triphosphate 本身也會插入病毒 DNA，因為缺乏 3'- 羥基，使其他核苷無法連接，阻止病毒 DNA 鏈延長。</p> <p data-bbox="571 1083 1243 1152">● 少部分 Acyclovir 會被 alcohol dehydrogenase 和 aldehyde dehydrogenase 代謝為無活性羧酸代謝物。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">   </div> <p data-bbox="571 1671 839 1730">Acyclovir triphosphate (active)</p> <p data-bbox="861 1485 1089 1573">9-Carboxymethoxy methylguanine (inactive)</p>

<p>Valacyclovir</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ● Valacyclovir 是 Acyclovir 的 5'-OH 和胺基酸 L-valine 形成的酯類 prodrug，可增加藥物的腸胃道吸收。 ● Valacyclovir 在肝臟及腸道迅速轉變為 Acyclovir。
<p>Penciclovir</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ● Penciclovir 是 guanine 的開環核苷類似物。 ● Penciclovir 的作用機轉與 Acyclovir 相似，透過病毒 thymidine kinase 及正常細胞酶磷酸化形成活性代謝物 penciclovir triphosphate，可競爭性抑制病毒 DNA 聚合酶。 ● 和 Acyclovir 不同的是，Penciclovir 不會終止病毒 DNA 鏈延長。
<p>Famciclovir</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ● Famciclovir 是 Penciclovir 的酯類 prodrug，在小腸壁和肝臟通過乙醯基水解和 CYP450 在 6 位氧化，迅速被轉化為 Penciclovir。
<p>Ganciclovir</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ● Ganciclovir 是 Acyclovir 的衍生物，屬於 guanine 的開環核苷類似物，作用機轉亦與 Acyclovir 相同。 ● Ganciclovir 可能造成劑量相關的中性球數低下。