

2024 年【科學探究競賽-這樣教我就懂】

大專/社會組 科學文章表單

文章題目： 穿越大腦的守護神：血腦屏障失守的危機

摘要： 血腦屏障為選擇性地阻止某些物質由血液進入大腦的「消波塊」，在細胞之間的激素及訊息傳遞之過程中，產生複雜的生物醫學反應，在此研究過程中，嘗試著簡化這些細胞的交互作用，並用簡易圖示來表達。

文章內容： (限 500 字~1,500 字)

大腦作為人體最神秘、最複雜的器官之一，其安全守護者——血腦屏障(簡稱 BBB)，但卻鮮為人知，然而這個看似普通的「門」擔負著守護大腦安全的重任，在喧囂的世界中，讓大腦安享寧靜。血腦屏障由星形膠質細胞終足、周細胞和腦微血管內皮細胞(簡稱 BMECs)等構成，它們之間的緊密關係決定了 BBB 的正常運作，每當這些細胞間發生異常變化時，就會影響到 BBB 的功能。

1. 腦微血管內皮細胞：BBB 的主角

與微血管之間通過緊密連接減少了血管的通透性，形成血腦屏障。具有調節特殊通道的能力，使得大腦環境得以穩定。

2. 周細胞：BBB 的保衛者

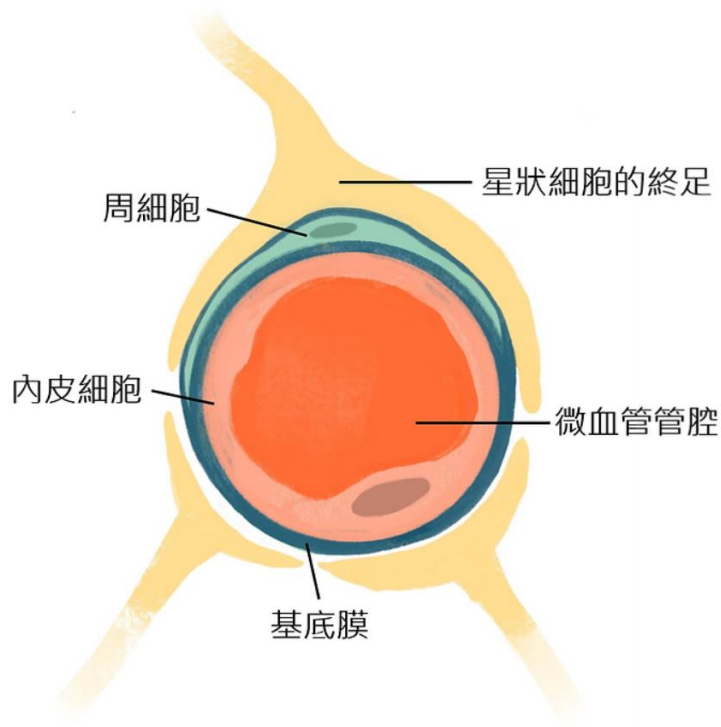
緊密結合於微血管壁，它們的存在保障了 BBB 的完整性和穩定性。

3. 星形膠質細胞終足：BBB 的建築工程師

緊密地貼附在腦微血管內皮細胞表面，為 BBB 的建立提供了重要的支持。

4. 血腦屏障：大腦的安全屏障

由腦微血管內皮細胞緊密相連而形成，微血管外表面也幾乎被星形膠質細胞終足所包圍，形成了血漿與腦脊髓液之間的屏障，保護著大腦免受外界有害物質的侵害。



四種細胞組成的血腦障壁示意圖

5. 相互作用(cell-to-cell interactions)

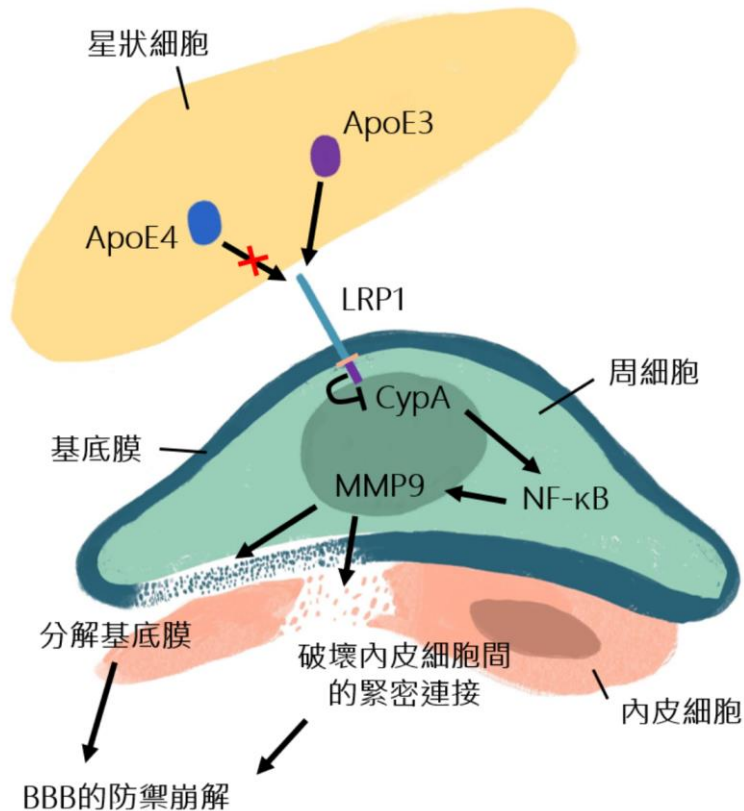
(1) BMECs 與周細胞的關係。

周細胞在維持 BMECs 表現 BBB 的特性有關鍵作用，腦血管周細胞對於 BMECs 主要功能在於維持結構支持以及交界的完整性，BMECs 所分泌的血小板衍生生長因子(簡稱 PDGF)可吸引周細胞修補流失的內皮，而周細胞所分泌的血管生成素-1(簡稱 Ang-1) 與其在 BMECs 的受器(receptors) Tei-2 也有類似的交互作用維持 BMECs 的正常發育，也會影響 BBB 的完整性。

(2) 周細胞與星形膠質細胞終足的關係。

星形膠質細胞終足所分泌的載質蛋白分為多樣等位基因，而帶有 APOE4 基因的人，會因為細胞間無法有正常的運作，導致 BBB 受到一定程度的破壞，而載質蛋白 E4(簡稱 ApoE4)是由星形膠質細胞所分泌的蛋白質，此種蛋白質無法正常地與周細胞膜上的 LRP1 此種蛋白質進行結合，因此導致周細胞內的蛋白質 CypA 被活化，接著被活化 CypA 去活化轉錄因子(NF- κ B)，而此轉錄因子可控制 MMP-9 的轉錄作用，導致 MMP-9 的大量產出。

。



ApoE3 和 ApoE4 對 BBB 的影響

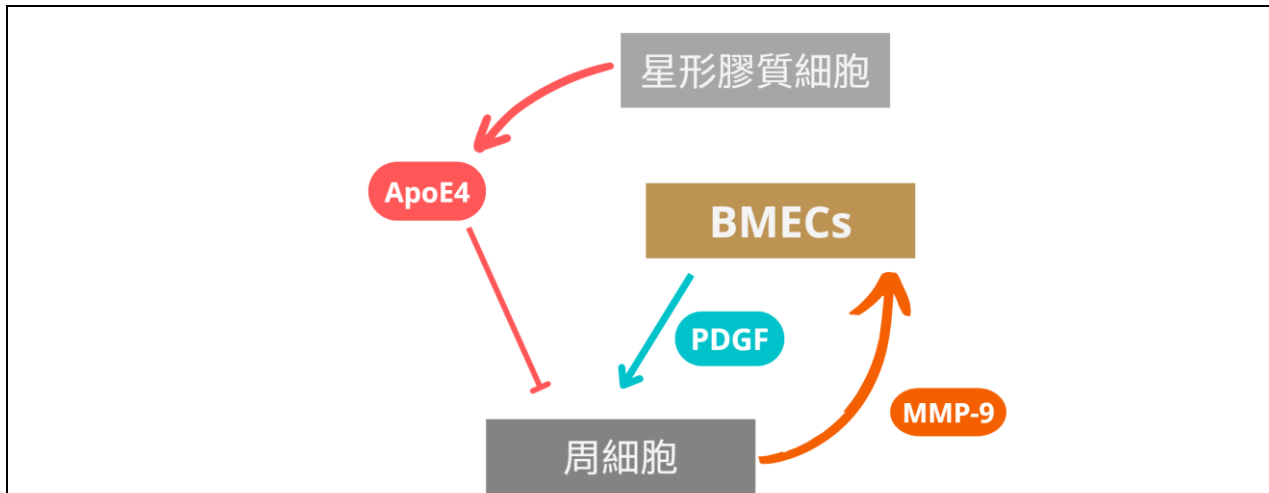
- BBB 受到因子之後果

- (一) BBB 被破壞

基質金屬蛋白酶(簡稱 MMPs)為一種鋅、鈣依賴性蛋白水解酶，由 BMECs 及周細胞所分泌，而 MMPs 的活化是經由酵素原分泌活化，MMP-9 則是一種細胞外基質的降解酶，會破壞內皮細胞之間的 TJs，在發炎狀態下 MMP-9 會促使 BBB 遭受到破壞。

- (二) BBB 被修復

當 BBB 的結構受到損壞時，BMECs 會分泌出 PDGF 此種生長因子，然而招募帶有 PDGF 受體 β 鏈(簡稱 PDGFR- β)的周細胞來修補 BBB，所以 PDGFR- β 是一種修補 BBB 的指標物質，如果在腦脊髓液中發現高濃度的 PDGFR- β ，那很有可能是 BBB 的防禦能力減弱，導致發生相關疾病。



BBB 的功能為限制病原體和有毒物質進入腦和脊髓，可保護中樞神經系統不受血液中「外來物質」的破壞，並防止其受到來自身體其他部位激素及神經傳導物質影響，而當 BBB 受到破壞後可能會引發中樞神經系統疾病，如多發性硬化症 (Multiple Sclerosis ，簡稱 MS)。

大腦是個人體中複雜的器官之一，它賦予了我們獨特的智慧和能力，透過對血腦屏障的簡述，使大眾能夠對中樞神經有更好的理解，讓大眾不再對大腦一無所知。

參考資料

一、何亨晨、林翊庭、柯岱君 (2021 年 5 月 12 日) 。腦袋裡的攻城大戰——血腦障壁與

ApoE4 戰鬥記實。取自 <https://www.slekmed.com/post/apoe4>

二、李景隆(2012)/以人類腦血管周細胞與人類星形細胞調控人腦微血管內皮細胞建立血腦屏障模型/國立中正大學化學工程學類碩士論文，取自 <https://reurl.cc/37dRxX>

註：

- 未使用本競賽官網提供「科學文章表單」格式投稿，將不予審查。
- 字數沒按照本競賽官網規定之限 500 字~1,500 字，將不予審查。

PS.摘要、參考資料與圖表說明文字不計入。

- 建議格式如下：
 - 中文字型：微軟正黑體；英文、阿拉伯數字字型：Times New Roman
 - 字體：12pt 為原則，若有需要，圖、表及附錄內的文字、數字得略小於 12pt，不得低於 10pt
 - 字體行距，以固定行高 20 點為原則
 - 表標題的排列方式為向表上方置中、對齊該表。圖標題的排列方式為向圖下方置中、對齊該圖