



THE LEARNING LEAD

Breakthrough nutrition and development news, now

Nutrition and myelination for faster and more efficient brain connection 加速高效率腦部連結所需的營養及髓鞘化需求

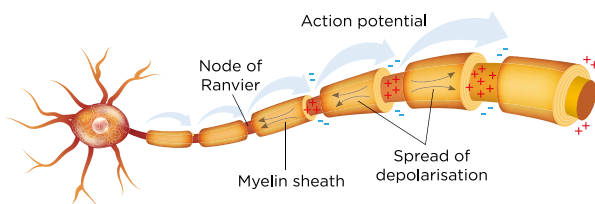
髓鞘是包覆在軸突外的脂肪物質，可形成密實、多層膜結構，有效傳遞神經的電位脈衝 (electrical impulses)。神經脈衝是沿著神經軸突傳遞的電位訊號¹。

加速神經訊息傳導

在有髓鞘軸突中，髓鞘會防止基極電流經過神經元膜。迫使電流進一步沿著軸突，流往無髓鞘保護的郎氏結 (Node of Ranvier)，該處的離子通道濃度很高。受到刺激後，這些離子通道會將動作電位 (Action Potential, AP) 傳遞到下一個結點，且在結點之間的移動呈現快速「跳躍」，因此稱為跳躍傳導。這將大幅增強動作電位傳導的速度。相較之下，在無髓鞘軸突中，AP 需沿著軸突全長傳遞，而非在郎氏結，使得傳導速度十分緩慢²。

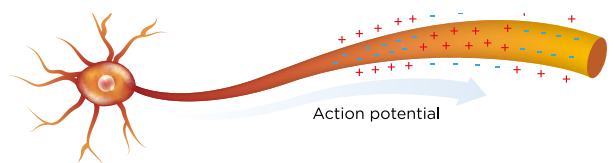
有髓鞘及無髓鞘軸突中的AP傳導速度

有髓鞘軸突的跳躍傳導



- 快速傳導
- AP傳導只需要活化郎氏結中的離子通道

無髓鞘軸突的連續傳導



- 緩慢傳導
- AP 傳導需要活化沿著軸突全長的離子通道



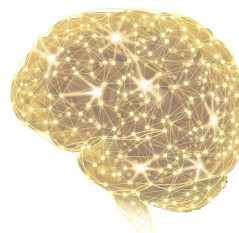
有髓鞘軸突可傳導電位脈衝，速度比起無髓鞘軸突大約高出 **10** 倍³

髓鞘化Myelination和認知

兒童心智能力操作 (即處理速度) 的速度是認知發展的重要面向。處理速度有助於記憶和技能發展，例如閱讀、詞彙及執行決策的熟練度。髓鞘化會加速神經脈衝傳導，這點和處理速度提高相關，進而有利於學習^{5,6}。

破壞髓鞘化 (例如由於營養失調) 會使神經系統中的脈衝傳導速度改變，可能嚴重影響中樞神經系統。舉例而言，聽覺及視覺系統的处理速度較慢，可能干擾學習及社會互動^{7,8}。

腦部如何學習^{4,5}



- 新的經驗透過**突觸聯結**在腦中進行編碼。
- 反覆經歷會強化這些聯結，不再使用的突觸則會經由**突觸修剪**過程，隨著時間逐漸退化。
- 重覆也會增加**髓鞘化**，使得細胞訊息傳遞的處理更加快速。



THE LEARNING LEAD

Breakthrough nutrition and development news, now



Wyeth | Nutrition
SCIENCE CENTER
惠氏營養科學中心

2022年6月

營養是支持髓鞘化的關鍵因素

若要髓鞘正常包覆並維持其功能，關鍵營養有助於發育及維持健康的髓鞘。

髓鞘化的必需營養素⁹⁻¹³

營養素	功能
磷脂 (亦即SM、PC、PS、PE)	<ul style="list-style-type: none"> SM是髓鞘的主要成分 PC是乙醯膽鹼的前驅物，這項神經傳導物質負責細胞內的訊息傳遞 PC、PS和PE會影響SM合成
長鏈多元不飽和脂肪酸 (LC-PUFA)(例如 DHA)	<ul style="list-style-type: none"> 腦部磷脂的構成要素
葉酸	<ul style="list-style-type: none"> 與維生素B12併用，為髓鞘形成的輔因子
鐵	<ul style="list-style-type: none"> 影響樹突細胞生成
膽鹼	<ul style="list-style-type: none"> 影響樹突細胞生成 用於磷脂、PC 和 SM 合成 海馬迴在記憶和學習上扮演著核心角色，對於膽鹼供應最敏感
葉黃素	<ul style="list-style-type: none"> 維持髓鞘的結構完整

神經鞘磷脂 (SM, Sphingomyelin)

是腦部的主要磷脂，也是髓鞘的基礎成分，可影響訊號傳導及神經傳遞。缺乏神經鞘磷脂及幫助其合成的關鍵成分會改變髓鞘的含量和結構，而可能影響腦部正常運作，並降低認知發展。

SM, sphingomyelin 神經鞘磷脂; PC, Phosphatidylcholine 卵磷脂; PE, Phosphatidylethanolamine 磷脂酰乙醇胺, PS, phosphatidylserine 磷脂酰絲氨酸; LC-PUFA, long-chain polyunsaturated fatty acid 長鏈多元不飽和脂肪酸; DHA, docosahexaenoic acid 二十二碳六烯酸

重點總結

- 髓鞘化是一種內在過程，負責認知、學習以及技能和記憶發展。
- 髓鞘圍繞著神經元軸突，可加速神經脈衝傳導，是大腦處理速度提高的主要因素，進而有利於智力。
- 有髓鞘軸突的訊息傳遞速度比起無髓鞘軸突要高出**10**倍。
- 神經鞘磷脂、DHA、鐵、膽鹼、葉黃素及葉酸等關鍵營養素，對於髓鞘化和腦部發育具有關鍵作用。缺乏會影響腦部發育和功能，對於長期認知也會有負面影響。

1. Britannica.com. Nerve impulse. Available at: <https://www.britannica.com/science/nerve-impulse>. 2. Knowles L. J Evol Med 2017;5:1–23. 3. Laurence Knowles. Journal of Evolutionary Medicine. 2017;Vol. 5:e2359965. 4. Kolb B, Gibb R. B. J Can Acad Child Adolesc Psychiatry 2011;20:265–276. 5. Fields RD. Trends Neurosci 2008;31:361–370. 6. Chevalier N, K. et al. PLoS One 2015;10:e0139897 7. Spencer PS, Palmer VS. Neurotoxicology 2012; 33:605–616. 8. Black MM. Food Nutr Bull 2008;29(2 Suppl):S126–31. 9. Choi J, et al. Mol Cell Biochem 2018;442(1-2):187–201. 9. Blusztajn JK, et al. J Neural Transm Suppl 1987;24:247–259. 10. Potočki S. Potential health benefits of sphingolipids in milk and dairy products. Available at: <https://www.semanticscholar.org/paper/Potential-health-benefits-of-sphingolipids-in-milk-Potočki/bb2e4b78927940bee8850e8d23d0b38e025ec36e>. 11. Todorich B, et al. Glia 2009;57:467–478. 12. Skripuletz T, et al. Brain 2015;138:398–413. 13. Erdman JW, et al. Foods 2015;4:547–564.



惠氏營養科學中心
LINE官方帳號
快速掌握最新訊息



惠氏營養科學中心會員
隨時隨地瀏覽最新訊息