特殊教育季刊　民 114 年　第 174 期　第 35-42 頁
https://doi.org/10.6217/SEQ.202504_(174).35-42

自閉症生物成因與腸道菌群關聯之初探

李雨潔
美國加州大學洛杉磯分校
兒童及青少年精神醫學部
助理

葛竹婷*
臺北市立大學
特殊教育學系
副教授

顏瑞隆
臺北市西區特教資源
中心主任

摘　要

本文主要探討自閉症之生物成因，著重在腸道菌群與自閉症的關聯。過去的研究主要聚焦於研究自閉症者之大腦功能，但近年來腸道菌群對自閉症影響的研究逐漸受到重視。目前關於腸道菌群在自閉症中的作用機制仍有許多待解之處，但腦腸軸與自閉症的關聯研究提供了一個新的視角來理解自閉症的生物成因。腸道菌群的變化可能會影響行為與情緒，這對自閉症的診斷和治療提供了新的可能性。特殊教育教師若能理解這些生物學機制，將有助於提升對學生的支持與介入策略，特別是在飲食與行為管理方面。未來的研究或許能進一步提供具體的營養建議或治療方式，幫助自閉症兒童改善腸胃問題，進而提升學習與生活品質。

關鍵詞：自閉症、生物成因、腸道菌群

* 通訊作者：葛竹婷（ko@utaipei.edu.tw）

Special Education Quarterly 2025 Issue No. 174 Page35-42
https://doi.org/10.6217/SEQ.202504_(174).35-42

The Biological Factors of Autism: The Role of the Gut Microbiome

Jamie, Yu-Chieh Lee
Clinical Researcher,
UCLA Department of Child and Adolescent Psychiatry

Chu-Ting Ko*
Associate Professor,
Department of Special Education, University of Taipei

Jui-Lung Yen
Director,
Taipei City West District Special Education Resource Center

Abstract

This article examines the biological factors of autism, with a focus on the relationship between the gut microbiome and autism. Past research has mainly focused on studying the brain function of autism. Recently, research on the impact of gut microbiome on autism has gradually drawn attention. There are still many unanswered questions about the role of the gut microbiome in autism, but the study of the association between the brain-gut axis and autism provides a new perspective on understanding the biological factors of autism. Changes in gut microbiome may affect behavior and emotion, thus providing new possibilities for the diagnosis and treatment of autism. If special education teachers can understand these biological mechanisms, it will help improve support and intervention strategies for students, especially in the areas of diet and behavior management. Future research may be able to provide further specific nutritional advice or treatments to help children with autism improve their gastrointestinal problems and thereby enhance their quality of learning and life.

Keywords: autism, biological factor, gut microbiome

*Corresponding Author: Chu-Ting Ko (ko@utaipei.edu.tw)

壹、前言

自閉症（Autism Spectrum Disorder，簡稱 ASD）是一種影響神經發展的疾病，主要特徵包括社交互動障礙和重複性行為模式（Sauer et al., 2021）。自閉症的表現形式多樣，可能從輕微的社交困難到嚴重的語言及行為障礙不等，因此被稱為「光譜」障礙，代表其影響程度和特徵因人而異。

自閉症的成因複雜，目前研究指出基因、環境和生物因素可能共同影響其發展。早期的研究認為自閉症主要是遺傳因素所導致，例如 Folstein 與 Rutter （1977） 的研究顯示，自閉症在雙胞胎中的遺傳性極高。Lichtenstein 等人（2010） 進一步支持此觀點，發現自閉症與其他神經精神疾病（如注意力不足過動症）具有相似的遺傳背景。然而，近年來的研究發現，環境因素與生物學機制在自閉症的發展中同樣具有重要影響。

過去腸道微生物的研究主要關注其對腸胃道功能的影響，但近年來的研究顯示，腸道微生物與大腦之間存在著密切關聯。學者因此提出了「腦－腸軸線」（gut-brain axis）的概念，認為腸道微生物不僅影響宿主的生理健康，還可能對心理狀態產生深遠影響（Zhou & Foster, 2015）。腸道菌群透過免疫系統、內分泌系統和神經系統影響腦部發展，這一發現為自閉症的生物成因研究開啟了新的方向（Cryan et al., 2020）。

對於特殊教育教師而言，了解這些生物學研究有助於更全面地理解學生的需求，特別是在面對自閉症學生的飲食選擇與消化問題時，能夠更有策略地進行介入，減少因飲食問題引發的行為困擾。隨著對自閉症成因的理解日益深入，未來的教育與介入策略將可能更加個別化，根據學生的生理與心理特徵提供適當的支持。

貳、自閉症與腸道菌群的關聯研究

探討腸道微生物群與大腦之間的聯繫，一個方法便是觀察兩者異常如何相互影響。腸道的失調，即腸道細菌組成的變化或失衡，與發炎性腸疾病（irritable bowel syndrome，簡稱 IBS）、腸躁症（inflammatory bowel disease，簡稱 IBD）、肥胖（obesity）和過敏（atopy）等狀況密切相關（Bull & Plummer, 2014）。這一點與自閉症有明顯關聯，因為腸道問題是自閉症者常見的共病現象（Berry et al., 2015）。至少有 70% 的自閉症者存在某種共病狀況；根據 Lai 等人（2019）的研究，這些共病狀況可能包括智力障礙（約 45%）、注意力缺陷過動症（28 至 44%）以及肢體運動異常（≤ 79%）。此外，較少被提及但同樣普遍的共病還包括睡眠障礙和腸道問題。在 2011 年加州大學戴維斯分校的 Wang 等人研究中，家長們所報告自閉症孩子的腸道問題（42%）明顯高於未受影響的手足對照組（12%）。這些狀況包括便秘、腹瀉和腹痛，儘管個案症狀的臨床表現可能有很大差異。如前所述，自閉症是一種遺傳性疾病，因此研究人員也在尋找所謂的「自閉症基因」，並在腸道問題的研究中也同樣進行了探究（Campbell et al., 2009）。

一、腸道菌群是什麼？

腸道菌群（gut microbiome）是存在於人體消化道內的各種微生物，包括對人體有益的益生菌與可能引發疾病的有害菌，例如細菌、真菌等。它們與宿主共同構成一個複雜的生態系統，對宿主的消化、免疫、代謝等方面起著重要作用。

腸道菌群透過腸腦軸影響人類行為，腦腸軸是一個雙向的溝通系統，連結腸道與大腦，透過中樞神經、腸道神經、內分泌及免疫系統相互影響。腸道中的微生物可影響神經傳導物質，如血清素（serotonin）、γ-胺基丁酸（GABA），這些神經傳導物質與情緒調節、焦慮和社交行為密切相關（Cryan et al., 2020）。

二、腸－腦軸與自閉症的關聯

傳統上，科學家主要關注大腦結構與功能異常對自閉症的影響。例如，研究發現自閉症個體的大腦體積與神經連結模式與一般人有所不同，例如前額葉、杏仁核與顳葉的功能差異（Bailey et al., 1995）。此外，自閉症兒童的大腦在神經傳導物質的調節上與一般兒童不同，這可能影響其情緒控制與社交行為（Mayer et al., 2014）。然而，除了大腦結構異常外，腸道菌群的改變與自閉症之間的關聯性逐漸成為研究的焦點。研究顯示，腸道與大腦之間存在複雜的相互影響，並可能透過神經、內分泌及免疫系統來調節自閉症兒童的行為與認知發展（黃威勝、蔡佳芬，2019）。

腸道菌群究竟是何物？腸道菌群也稱為腸道微生物相（gut microbiota）與腸道植物群（gut flora），並泛指在人體消化道（gastrointestinal tract，簡稱 GIT）中棲息的微生物群體。這些群體可包含與人體發展出互利共生（symbiosis）及偏利共生（commensalism）關係的「好菌」，或造成致病（pathogenesis）關係的「壞菌」。這些菌群的數量遠遠勝於自己的宿主（10:1 比例），並與人體新陳代謝、營養、生理與免疫功能密切相關（Bull & Plummer, 2014）。腸道菌群的組成在人類的一生中變化無常，且並非每個人都具有相同的微生物種類：一項研究發現，決定微生物種類的條件包括種族、體溫、年齡和 BMI（Human Microbiome Project Consortium, 2012）。本文稍後將介紹更多影響腸道菌群的特徵。

隨著代謝體學技術的快速發展，腸道菌群的研究在過去十年有著顯著進展（Jariyasopit & Khoomrung, 2023）。學者們發現多種神經疾病（neurological disorders）與腸道菌群之間存在重要的聯繫。例如，阿茲海默症（Alzheimer's disease）、多發性硬化症（multiple sclerosis，簡稱 MS）、帕金森氏症（Parkinson's disease）、中風（stroke）以及自閉症等疾病的易感性可能受到特定腸道菌群的影響（Cryan et al., 2020）。這些症狀之間也存在著共病關係：一項綜述研究分析了截至 2022 年 3 月的八項臨床研究、九項基因研究和五份病例報告，顯示帕金森氏症及其相關症候群在自閉症患者中較一般人群或對照組更為普遍（Mai et al., 2023）。

有研究觀察到自閉症兒童的腸道微生物組成和代謝物異常。在一項比較兒童糞便菌群的研究顯示，自閉症兒童與健康手足間的糞便菌群存在顯著差異，尤其是在主要細菌門如厚壁菌門（Firmicutes）和擬桿菌門（Bacteroidetes）的數量上（De Angelis et al., 2013）。此外，來自日本的一組研究人員已鑑定出至少 48 種在自閉症兒童中存在異常數量的重要代謝物（Usui et al., 2020）。為了深入了解自閉症的病理學，進一步的腸道菌群研究至關重要。在等待新發現的同時，非微生物學家也應將此領域的研究納入考量，進一步促進對自閉症成因之全面性探究。

有動物實驗顯示，無菌培養的老鼠在焦慮、學習與記憶能力方面表現異常，並且這些異常可透過補充特定益生菌來部分改善（Cryan et al., 2020），例如 Hsiao 等人（2013）在小鼠試驗中，對孕鼠施以母源免疫激活（maternal immune activation，簡稱 MIA）以誘導其後代出現類似自閉症的行為，並發現餵食腸道菌可以改善腸道滲漏的情形，同時減少小鼠的溝通障礙、刻板行為及焦慮行為。譚健民等人（2020）指出，許多臨床醫學實證經驗證實特定益生菌可以逆轉自閉症者之相關行為。這顯示，透過益生菌治療可以調整腸道微生物群，進而影響神經系統功能，改善行為異常。根據 Rojo-Marticella 等人（2025）之研究，研究中分別提供 38 名 ADHD 及 42 名自閉症年齡 5 至 16 歲之孩童安慰劑或益生菌，持續 12 週，透過家長自陳量表及社交反應量表等工具蒐集資料，研究結果指出，益生菌改善了自閉症孩童之過動衝動行為並提升其生活品質（舒適感受度）。

自閉症兒童的腸道菌群組成與一般兒童不同，例如厚壁菌門與擬桿菌門的比例異常可能影響腸道屏障功能和免疫系統的調節能力，進而影響大腦的發展與行為表現（De Angelis et al., 2013）。研究顯示，腸道菌群可能參與自閉症的發展機制，因為腸道微生物能夠影響神經傳導物質的產生，如血清素與 γ-胺基丁酸，這些物質對情緒調節和社交行為具有重要影響（Cryan et al., 2020）。自閉症兒童的腸道菌群失衡可能導致慢性發炎狀態，而這種發炎可能影響腦部功能並加重自閉症症狀（Mayer et al., 2014）。研究發現，自閉症兒童腸道中的短鏈脂肪酸含量異常，這些代謝產物可能影響神經元活動，進一步影響行為與認知功能（Wang et al., 2011）。自閉症兒童的腸道菌群失衡可能導致慢性發炎狀態，而這種發炎可能影響腦部功能並加重自閉症症狀（Mayer et al., 2014）。研究指出，某些腸道微生物異常會導致某些神經毒快速釋放，而造成易怒、攻擊行為過度興奮及過動，這類腸道微生物機轉會導致自閉症者排便有惡臭味，故可藉此觀察學生行為問題之原因（吳曉麗等人，2018）。

三、自閉症與腸胃不適的關聯

自閉症除了核心症狀（如社交困難和刻板行為）外，研究也發現他們常伴隨腸胃道功能異常，如腹瀉、便秘、腹痛等（Berry et al., 2015, Tomova et al., 2015）。在一項自閉症家庭成員腸道問題之家長自陳研究中發現，家長指出 42% 的自閉症兒童有腸胃問題，而對照組（實驗組之健康手足）的比例僅為 12%（Wang et al., 2011）。這些腸胃問題可能與飲食習慣、腸道菌群的變化，或自閉症兒童的焦慮情緒有關。Tomova 等人於 2015 年訪談下述受試家長，十名自閉症兒童（2 至 9 歲）及他們的九位健康手足（5 至 17 歲）及控制組十位非自閉症且無其他生心理疾患者（2 至 11 歲），問卷工具有五點量表（得分越高，行為顯現程度越高）及半結構式訪談，量表內容改編自「自閉症診斷會談問卷（Autism Diagnostic Interview-Revised，簡稱 ADI-R）」，包括 35 個項目，涵括社交／互惠、溝通、說話及語言以及有限與重複行為等四個領域。而患者腸胃道問題訪談則針對家長對患者腸胃道嚴重程度之表現訪談。該研究發現，自閉症兒童常伴隨腸胃道功能障礙，腸道菌相紊亂失調，且其功能障礙的程度與自閉症診斷會談問卷分數有高度的正相關。益生菌可增強情緒調節神經遞質的產生，降低憂鬱、焦慮並改善認知功能（陳建彰，2024），而補充特定益生菌可改善自閉症兒童的焦慮、社交互動能力及消化問題（Zhang et al., 2023），若讓自閉症兒童補充益生菌（probiotics）或糞便微生物移植（fecal microbiota transplantation，簡稱 FMT），有助於腸道菌相恢復正常。

參、自閉症腸道菌研究對於照顧者的啟示

自閉症是一種複雜的神經發展障礙，影響著全球數百萬人。近年來，越來越多的研究開始關注腸道微生物與自閉症之間的關聯。如 Tomova 等人（2020）研究認為某些腸道菌的代謝產物，如丙酸，會造成一些與自閉症相關的行為和影響腦部的活動，而細菌產生的毒素則會影響腸道通透性和造成腸滲漏，進而導致腦神經疾病和行為的變化。

此類研究的發現不僅為早期診斷和治療提供了新的方向，也給予照顧者一些實用的建議。

一、自閉症飲食改善策略

根據陳進明（2024）指出，飲食對腸道微生物群之組成及活性扮演關鍵角色，而高纖維、低糖、低脂之飲食會增加腸道微生物群之多樣性。而抗生素、加工食品、甜味劑等因素，則對腸道微生物菌群有負面影響，進而導致腸道菌群生態失調而影響新陳代謝等功能。學者指出，自閉症者可多吃抗氧化食物，可降低過敏、情緒不佳、憂鬱、及睡眠不足等症

狀，建議可食用如香蕉、鮭魚、高麗菜等食物，此外，減少麩質、酪蛋白攝取，以免造成過敏或腸胃不適，進而因自閉症者表達身體不適之能力受限等原因誘發行為問題（Pérez-Cabral et al., 2024）。

故對於自閉症孩子經常出現的偏食或是挑食行為的處理應該保持彈性的介入策略。許多自閉症兒童對新食物可能會有強烈的抗拒感，因此需要循序漸進地引入新的味道和質地。例如，可以先從讓孩子熟悉食物的氣味或顏色開始，再逐步增加接觸不同的口感和味道。此外，提供固定的飲食選擇可以減少學生的焦慮感，並幫助他們在日常生活中感到更加穩定與安全。與家長合作，共同制定一個符合其需求的餐食能夠有效提升孩子對於新嘗試的事物上的接受度。

二、注重腸胃不適對行為的影響

腸胃問題可能會導致情緒波動、焦躁不安等行為表現。根據吳曉麗等人（2018）指出，腸道微生物紊亂會導致消化過程異常進而產生有毒代謝物，影響神經系統而造成情緒行為異常。如代謝物丙酸，會引起自我刺激行為、減少社交互動及玩耍行為。且可能刺激免疫系統，進而影響中樞神經系統，導致認知行為或情緒之改變。如果學生出現不明原因的情緒波動或不安，可以觀察是否與腸胃問題有關，並鼓勵他們使用簡單的手勢或溝通工具表達不適，以便照顧者能及時介入。在可能的情況下，提供適當的休息時間以減少因不適而產生的壓力是非常重要的一環。對自閉症者及相關人員在考慮補充益生菌時，宜抱持審慎態度，考量益生菌在提升大腦功能及紓解情緒壓力係扮演著輔助治療之角色（譚健民等人，2020），而非主要之治療角色。

三、考慮補充益生菌與飲食調整

由於影響腸道菌相變化的因素太多，飲食習慣或其他家庭因素都有可能，目前都屬推論階段；研究的樣本數偏低，取樣不易也造成了研究代表性不足的困難，因此要解開腸道菌相與自閉症間的關係以及相關營養素補充介入的效果，仍需要更大規模的隨機對照試驗來驗證。然而，研究人員推測腸道菌相的變化確實會影響自閉症的表現，而益生菌的補充可能有助於改善自閉症的症狀，但與其關聯的許多機制目前尚不清楚（吳淑芬，2016）。益生菌可能有助於改善腸道健康，又能影響自閉症兒童的情緒和行為。雖然目前仍需要更多隨機對照試驗來證實其效果，但與醫療專業人員合作探討合適的益生菌補充方案，或進行個別化調整，是值得考慮的一種方法。此外，更精確地瞭解不同益生菌如何影響神經系統將是未來研究重要的一環。

肆、結論

目前關於腸道微生物群落在自閉症中的作用機制仍有許多待解之處，但腦腸軸與自閉症的關聯研究提供了一個新的視角來理解自閉症的生物成因。腸道菌群的變化可能會影響行為與情緒，這對自閉症的診斷和治療提供了新的可能性。特殊教育教師若能理解這些生物學機制，將有助於提升對學生的支持與介入策略，特別是在飲食與行為管理方面。未來的研究或許能進一步提供具體的營養建議或治療方式，幫助自閉症兒童改善腸胃問題，進而提升學習與生活品質。

參考文獻

陳建彰（2024）。益生菌有助於腸道健康。**長庚醫訊**，**45**（10），18-20。

陳進明（2024）。腸內微生物在肥胖的角色。**臺灣醫界**，**67**（6），20-24。

吳淑芬（2016）。腸道微生物與自閉症的關聯。**生物資源保存及研究簡訊**，**29**（2），11-12。

吳曉麗、梁姍、王濤、金鋒（2018）。腸道微生物與自閉症研究進展。**科學通報**，**63**（18），1803-1821。https://doi.org/10.1360/N972017-01186

黃威勝、蔡佳芬（2019）。腸道微菌叢與自閉症類群

障礙。**臨床醫學月刊**，**84**（1），508-512。https://doi.org/10.6666/ClinMed.201907_84(1).0083。

譚健民、鄭美美、潘建志（2020）。腸道菌群在神經精神科疾病的致病機制：兼論益生菌在腸腦軸的角色。**臺灣醫界**，**63**（8），16-22。

Bailey, A., Le Couteur, A., Gottesman, I., Bolton, P., Simonoff, E., Yuzda, E., & Rutter, M. (1995). Autism as a strongly genetic disorder: Evidence from a British twin study. *Psychological Medicine*, *25*(1), 63-77. https://doi.org/10.1017/s0033291700028099

Berry, R. C., Novak, P., Withrow, N., Schmidt, B., Rarback, S., Feucht, S., Criado, K. K., & Sharp, W. G. (2015). Nutrition management of gastrointestinal symptoms in children with autism spectrum disorder: Guideline from an expert panel. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics, 115*(12), 1919-1927. https://doi.org/10.1016/j.jand.2015.05.016

Bull, M. J., & Plummer, N. T. (2014). Part 1: The human gut microbiome in health and disease. *Integrative Medicine: A Clinician's Journal, 13*(6), 17-22.

Campbell, D. B., Buie, T. M., Winter, H., Bauman, M., Sutcliffe, J. S., Perrin, J. M., & Levitt, P. (2009). Distinct genetic risk based on association of MET in families with co-occurring autism and gastrointestinal conditions. *Pediatrics, 123*(3), 1018-1024. https://doi.org/10.1542/peds.2008-0819

Cryan, J. F., O'Riordan, K. J., Sandhu, K., Peterson, V., & Dinan, T. G. (2020). The gut microbiome in neurological disorders. *The Lancet Neurology, 19*(2), 179-194. https://doi.org/10.1016/S1474-4422(19)30356-4

De Angelis, M., Piccolo, M., Vannini, L., Siragusa, S., De Giacomo, A., Serrazzanetti, D. I., Cristofori, F., Guerzoni, M. E., Gobbetti, M., Francavilla, R. (2013). Fecal microbiota and metabolome of children with autism and pervasive developmental disorder not otherwise specified. *PLOS ONE, 8*(10), e76993. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0076993

Folstein, S., & Rutter, M. (1977). Infantile autism: A genetic study of 21 twin pairs. *The Journal of Child Psychology and Psychiatry, 18*(4), 297-321. https://doi.org/10.1111/j.1469-7610.1977.tb00443.x

The Human Microbiome Project Consortium (2012). A framework for human microbiome research. *Nature, 486*, 215-221.

Hsiao, E. Y., McBride, S. W., Hsien, S., Sharon, G., Hyde, E. R., McCue, T., Codelli, J. A., Chow, J., Reisman, S. E., Petrosino, J. F., Patterson, P. H., & Mazmanian, S. K. (2013). Microbiota modulate behavioral and physiological abnormalities associated with neurodevelopmental disorders. *Cell, 155*(7), 1451-1463. https://doi.org/10.1016/j.cell.2013.11.024

Jariyasopit, N., & Khoomrung, S. (2023). Mass spectrometry-based analysis of gut microbial metabolites of aromatic amino acids. *Computational and Structural Biotechnology Journal, 21*, 4777-4789. https://doi.org/10.1016/j.csbj.2023.09.032

Lai, M. C., Kassee, C., Besney, R., Bonato, S., Hull, L., Mandy, W., Szatmari, P., & Ameis, S. H. (2019). Prevalence of co-occurring mental health diagnoses in the autism population: A systematic review and meta-analysis. *The Lancet Psychiatry*, *6*(10), 819-829. https://doi.org/10.1016/S2215-0366(19)30289-5

Lichtenstein, P., Carlström, E., Råstam, M., Gillberg, C., & Anckarsäter, H. (2010). The genetics of autism spectrum disorders and related neuropsychiatric disorders in childhood. *The American Journal of Psychiatry, 167*(11), 1357-1363. https://doi.org/10.1176/appi.ajp.2010.10020223

Mayer, E. A., Padua, D., & Tillisch, K. (2014). Altered brain-gut axis in autism: Comorbidity or causative mechanisms? *BioEssays, 36*(10), 933-939. https://doi.org/10.1002/bies.201400075

Mai, A. S., Yau, C. E., Tseng, F. S., Foo, Q. X. J., Wang, D. Q., & Tan, E. K. (2023). Linking autism spectrum disorders and parkinsonism: Clinical and genetic association. *Annals of Clinical and Translational Neurology, 10*(4), 484-496. https://doi.org/10.1002/acn3.51736

Pérez-Cabral, I. D., Bernal-Mercado, A. T., Islas-Rubio, A. R., Suárez-Jiménez, G. M., Robles-García, M. Á., Puebla-Duarte, A. L., & Del-Toro-Sánchez, C. L. (2024). Exploring dietary interventions in autism spectrum disorder. *Foods, 13*(18), 3010. https://doi.org/10.3390/foods13183010

Rojo-Marticella, M., Arija, V., & Canals-Sans, J. (2025). Effect of probiotics on the symptomatology of autism spectrum disorder and/or attention deficit/hyperactivity disorder in children and adolescents: Pilot study. *Research on Child and Adolescent Psychopathology, 53*, 163-178. https://doi.org/10.1007/s10802-024-01278-7

Sauer, A. K., Stanton, J., Hans, S., Grabrucker, A. (2021). Autism spectrum disorders: Etiology and pathology. In Grabrucker, A. M. (Ed.), *Autism Spectrum Disorders* [Internet] (pp. 1-15). Exon. https://doi.org/10.36255/exonpublications.autismspectrumdisorders.2021.etiology

Tomova, A., Husarova, V., Lakatosova, S., Bakos, J., Vlkova, B., Babinska, K., & Ostatnikova, D. (2015). Gastrointestinal microbiota in children with autism in Slovakia. *Physiology and Behavior, 138*, 179-187. https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2014.10.033

Tomova, A., Soltys, K., Repiska, G., Palkova, L., Filcikova, D., Minarik, G., Turna, J., Prochotska, K., Babinska, K., & Ostatnikova, D. (2020). Specificity of gut microbiota in children with autism spectrum disorder in Slovakia and its correlation with astrocytes activity marker and specific behavioural patterns. *Physiology and Behavior, 214*, 112745. https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2019.112745

Usui, N., Iwata, K., Miyachi, T., Takagai, S., Wakusawa, K., Nara, T., Tsuchiya, K. J., Matsumoto, K., Kurita, D., Kameno, Y., Wakuda, T., Takebayashi, K., Iwata, Y., Fujioka, T., Hirai, T., Toyoshima, M., Ohnishi, T., Toyota, T., Maekawa, M., Yoshikawa, T., … Matsuzaki, H. (2020). VLDL-specific increases of fatty acids in autism spectrum disorder correlate with social interaction. *EBioMedicine, 58*, 102917. https://doi.org/10.1016/j.ebiom.2020.102917

Wang, L. W., Tancredi, D. J., & Thomas, D. W. (2011). The prevalence of gastrointestinal problems in children across the United States with autism spectrum disorders from families with multiple affected members. *Journal of Developmental and Behavioral Pediatrics, 32*(5), 351-360. https://doi.org/10.1097/DBP.0b013e31821bd06a

Zhang, J., Zhu, G., Wan, L., Liang, Y., Liu, X., Yan, H., Zhang, B., & Yang, G. (2023). Effect of fecal microbiota transplantation in children with autism spectrum disorder: A systematic review. *Frontiers in Psychiatry, 14*, 1123658. https://doi.org/10.3389/fpsyt.2023.1123658

Zhou, L., & Foster, J. A. (2015). Psychobiotics and the gut-brain axis: in the pursuit of happiness. *Neuropsychiatric Disease and Treatment*, *11*, 715-723. https://doi.org/10.2147/NDT.S61997