บทความวิชาการ

โพรไบโอติกส์กับสมรรถภาพทางกาย: กลไกทางสรีรวิทยา

รุ่งชัย ชวนไชยะกูล[1], คุณัญญา มาสดใส[2], จัตุภรณ์ พลเสน[3] และปัทมา เกิดกาญจน์[4]

[1] วิทยาลัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการกีฬา มหาวิทยาลัยมหิดล

[2] คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

[3] คณะวิทยาศาสตร์การกีฬาและสุขภาพ มหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ วิทยาเขตชลบุรี

[4] คณะวิทยาศาสตร์การกีฬาและสุขภาพ มหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ วิทยาเขตเพชรบูรณ์

Received: 8 March 2024 / Revised: 12 March 2024 / Accepted: 24 July 2024

บทคัดย่อ

โพรไบโอติกส์ (Probiotics) ทำหน้าที่สำคัญในการสร้างเสริมกระบวนการดูดซึมสารอาหารที่จำเป็น มีส่วนช่วยส่งเสริมการเผาผลาญพลังงาน การกำจัดแบคทีเรียที่สร้างปัญหาในลำไส้ และมีผลในการต้านอนุมูลอิสระในกรณีการต้านอนุมูลอิสระนี้จึงทำให้โพรไบโอติกส์ ช่วยบรรเทารักษาโรคบางอย่างได้ เนื่องจากพบว่า แบคทีเรียที่เป็นประโยชน์และแบคทีเรียที่ก่อโรคในลำไส้ของคนไข้ที่เป็นโรคอัลไซเมอร์ (Alzeimers) มีความไม่สมดุลกัน อย่างไรก็ตาม โพรไบโอติกส์ ได้ถูกนำมาใช้ในทางการกีฬาและการออกกำลังกายอย่างแพร่หลาย การศึกษาที่ผ่านมา พบว่า โพรไบโอติกส์ช่วยเพิ่มสมรรถภาพในการออกกำลังกาย ลดอาการล้าของกล้ามเนื้อ และยังมีส่วนช่วยในการลดการอักเสบในกล้ามเนื้ออีกด้วย บทความนี้ ได้รวบรวมสรุปความเชื่อมโยงของโพรไบโอติกส์กับสมรรถภาพทางกาย ซึ่งเกี่ยวข้องกับการทำงานของระบบทางเดินอาหาร และระบบประสาทและสมอง รวมถึงกลไกทางสรีรวิทยาที่เกี่ยวข้อง เพื่อประโยชน์ในการเลือกใช้อย่างเหมาะสม คุ้มค่า และปลอดภัย

คำสำคัญ: โพรไบโอติกส์ / สมรรถภาพทางกาย / ระบบย่อยอาหาร / การดูดซึมสารอาหาร / จุลินทรีย์

Corresponding Author: ปัทมา เกิดกาญจน์ คณะวิทยาศาสตร์การกีฬาและสุขภาพ มหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ วิทยาเขตเพชรบูรณ์ Email: pkherdkarn@gmail.com

Review Article

PROBIOTICS ON PHYSICAL PERFORMANCE: PHYSIOLOGIC MECHANISMS

Rungchai Chaunchaiyakul[1], Kunanya Masodsai[2], Jatuphorn Phonsen[3] and Pattama Kherdkarn[4]

[1] College of Sports Sciences and Technology, Mahidol University

[2] Faculty of Sports Science, Chulalongkorn University

[3] Faculty of Sports and Health Science, Thailand National Sports University, Chonburi Campus

[4] Faculty of Sports and Health Science, Thailand National Sports University, Phetchabun Campus

Received: 8 March 2024 / Revised: 12 March 2024 / Accepted: 24 July 2024

Abstract

Probiotics play an important role in enhancing the absorption of essential nutrients. Therefore, it can promote energy metabolism and eliminate bacteria that cause problems in the intestines and has an antioxidant effect. In the case of this antioxidant effect, probiotics can be used to treat certain diseases. It has been found that there is an imbalance of beneficial and pathogenic bacteria in the intestines of patients with Alzheimer's. However, probiotics have been used in sports and exercise. Previous studies have found that probiotics can improve exercise performance and decrease muscle fatigue and inflammation. This article summarizes the link between probiotics and physical performance which is related to the functioning of the digestive system and the nervous system and brain including the involved physiological mechanisms for the benefit of choosing to use appropriately, worthy and safe.

Keywords: Probiotics / Physical performance / Digestive system / Nutritional absorption / Microorganism

Corresponding Author: Pattama Kherdkarn, Faculty of Sports and Health Science, Thailand National Sports University, Phetchabun Campus, Phetchabun, Thailand; E-mail: pkherdkarn@gmail.com

บทนำ

ระบบย่อยอาหารของมนุษย์เปรียบเสมือนระบบนิเวศขนาดจิ๋ว (Microecosystem) ที่มีสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กมากมายที่เรียกว่าแบคทีเรียหลากหลายชนิดรวมกันอยู่เป็นจำนวนมหาศาล ซึ่งมีหน้าที่และองค์ประกอบแตกต่างกัน รวมถึงมีวัฏจักรปฏิสัมพันธ์กันอย่างต่อเนื่อง และมีทั้งแบคทีเรียที่อาจมีผลเสียและแบคทีเรียที่มีผลดีเป็นประโยชน์อยู่ร่วมกัน โพรไบโอติกส์ (Probiotics) มาจากคำว่า โพรไบโอ (Probios) อันหมายถึง สิ่งที่เป็นประโยชน์ต่อเจ้าของที่ที่มันอยู่อาศัย (Gasbarrini et al., 2016) Hippocrates นักปราชญ์ชาวกรีกเคยกล่าวไว้ว่า “Death sits in the bowels” นั่นแสดงถึงความสำคัญของ Probiotics ต่อสุขภาพของมนุษย์ ด้วยวิวัฒนาการของการเป็นสัตว์นักล่าเป็นเวลานับพันปีที่บรรพบุรุษของมนุษย์ได้ถ่ายเทเอาแบคทีเรียจากเหยื่อที่มีทั้งในรูปแบบสด และเน่าเปื่อย-หมักหมมเข้ามาสู่ร่างกายมนุษย์เอง และมีการปรับเปลี่ยนในร่างกายได้อย่างเหมาะสม อันเป็นผลมาจากวิวัฒนาการเพื่อการอยู่รอด อย่างไรก็ตาม ยังมีคำถามสำคัญ และข้อข้องใจที่ต้องการคำตอบ และการพิสูจน์ทราบเพื่อให้ได้ข้อสรุป อาทิเช่น ระบบนิเวศขนาดจิ๋ว (Microecosystem) ในร่างกายปัจจุบันเหมาะสมที่สุดกับเราหรือไม่ และเราจะดำรงสภาวะเช่นนั้นไว้ในตนเองเพื่อชีวิตที่ดีด้วยวิธีการใดได้บ้าง ซึ่งกลไกการทำงานทางเภสัชศาสตร์ของโพรไบโอติกส์มีหลากหลายด้าน อาทิเช่น การปรับสมดุลของจุลินทรีย์ในลำไส้ เนื่องจากโพรไบโอติกส์ช่วยเสริมสร้างจำนวนจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ในลำไส้และลดจำนวนจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรค ทำให้ระบบทางเดินอาหารทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ การผลิตสารต้านการอักเสบ กล่าวคือ โพรไบโอติกส์สามารถกระตุ้นการผลิตสารต้านการอักเสบ เช่น อินเทอร์ลูคิน-10 (IL-10) และลดการผลิตสารที่ก่อให้เกิดการอักเสบ เช่น อินเทอร์ลูคิน-6 (IL-6) หรือการส่งเสริมการย่อยอาหารและการดูดซึมสารอาหาร โพรไบโอติกส์ช่วยเพิ่มการย่อยและดูดซึมสารอาหาร เช่น วิตามินบี 12, กรดโพลิก และกรดไขมันสายสั้น ซึ่งเป็นแหล่งพลังงานสำคัญสำหรับเซลล์ลำไส้และการเสริมสร้างระบบภูมิคุ้มกัน ทำให้ร่างกายสามารถต่อสู้กับเชื้อโรคได้ดีขึ้น โดยการกระตุ้นการทำงานของเซลล์ภูมิคุ้มกัน เช่น เซลล์ T และเซลล์ NK (Sanders et al., 2019)

แบคทีเรียแต่ละชนิดในกลุ่มของโพรไบโอติกส์ดังตารางที่ 1 มีความจำเพาะในการสร้างสารต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกาย เป็นที่ทราบกันดีว่าแบคทีเรียที่เป็นประโยชน์ในลำไส้ได้ถูกค้นพบและใช้ในการส่งเสริมสุขภาพการขับถ่าย แต่ในปี 2022 มีรายงานวิจัยถึงความสัมพันธ์ของการใช้โพรไบโอติกส์กับการเสริมสร้างสมรรถภาพทางกายในนักกีฬาทั้งระยะสั้นและระยะยาว เช่น ยิงธนู รักบี้ ว่ายน้ำ จักรยาน วิ่งระยะไกล (Bonomini-Gnutzmann et al., 2022) นอกจากนี้ นักกีฬาที่ออกกำลังกายอย่างหนักส่งผลต่อระบบทางเดินอาหารของมนุษย์ทั้งในทางเดินอาหารส่วนบนและทางเดินทางอาหารส่วนล่าง (Upper and lower - gastrointestinal tract) ซึ่งส่งผลต่อโอกาสเกิด

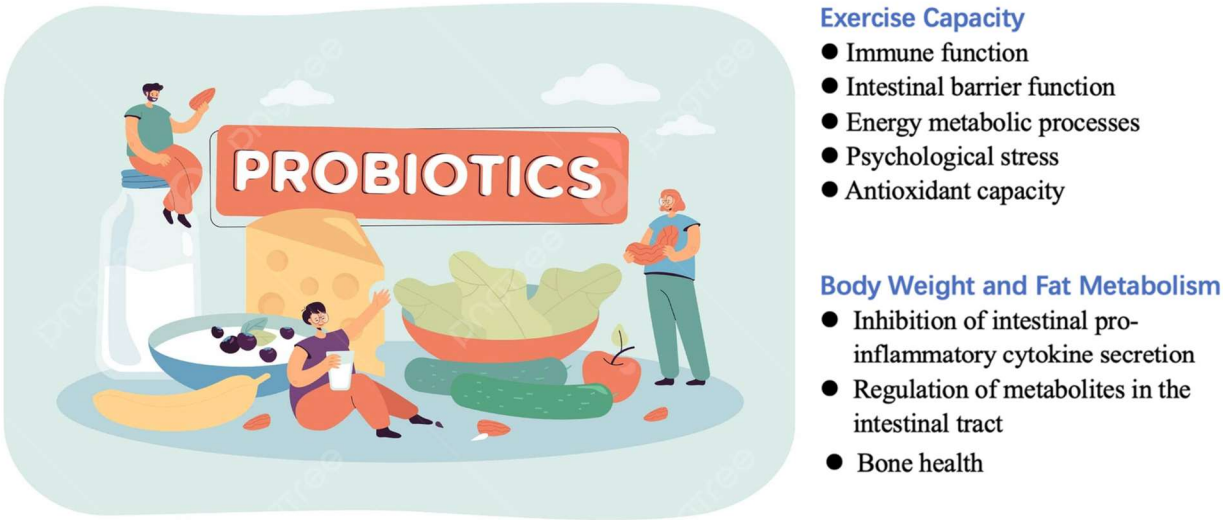
ปวดมวน-เกร็งหน้าท้อง คลื่นไส้ และภาวะท้องเสีย (Costa et al., 2017) ความหนักในการออกกำลังกายจึงเป็นปัจจัยหนึ่งที่ผู้นิยมออกกำลังกายคำนึงถึง งานวิจัยหนึ่งที่ศึกษาในประชากรทั่วไปไม่พบความสัมพันธ์ของความหนักในการออกกำลังกายกับการเกิดท้องผูก (Atsawarungruangkit & Hussain, 2018) ทำให้มีคำถามถึงกลไกเบื้องต้นที่จะอธิบายปรากฏการณ์ข้างต้น

ตารางที่ 1 ตัวอย่างการศึกษาการใช้ Probiotics ที่เกิดประโยชน์ต่อพัฒนาการของระบบต่างๆ ในร่างกาย

ระบบของร่างกาย	สายพันธุ์โพไบโอติกส์	กลุ่มตัวอย่าง / ตัวกลางสำคัญ	ผลการศึกษา
กระดูก	Lactobacillus Casei Shirota	ผู้สูงอายุแขนหัก 6 เดือน	เพิ่มการใช้งานแขน ลดอาการปวด (Lei et al., 2016)
	Lactobacillus Reuteri	ผู้สูงอายุเพศหญิง 12 เดือน	เพิ่มมวลกระดูก (Nilsson et al., 2018)
ภูมคุ้มกัน	Lactobacillus helveticus	นักกีฬาอาชีพ 14 สัปดาห์	ลดการติดเชื้อในระบบหายใจ (Michalickova et al., 2016)
	Lactobacoccus	นักกีฬา 14 วัน	ลดการติดเชื้อในทางเดินปัสสาวะ และการล้าหลังจากการฝึกหนักสลับเบา (Komano et al., 2018)
กล้ามเนื้อ	Lactobacillus, Bifidobacterium	กรดแลคติก (Lactic acid)	สร้างพลังงานจากกรดแลคติก (Mora-Villalobos et al., 2020)
	Fibrinolytic bacteria, Glycolytic bacteria	กรดไขมันสายสั้น (Short-Chain Fatty Acids, SCFA)	ลดการอักเสบ และเพิ่มสมรรถภาพทางกาย (Crossland et al., 2019)
	Bifidobacterium	กรดคอนจุเกเตดไลโนโนลีอิก (Conjugated linoleic acid)	ควบคุมน้ำหนัก และเพิ่มสมรรถภาพทางกาย (Clarke et al., 2014)
	Propionibacterium shermani	วิตามินบี 12 (Vitamin B12)	ชะลอการล้า และเพิ่มสมรรถภาพปอด (Piwowarek et al., 2018)

บทบาทของ Probiotics ในร่างกายมนุษย์

โพรไบโอติกส์ ทำหน้าที่สำคัญในการสร้างเสริมกระบวนการดูดซึมสารอาหารที่จำเป็น จึงมีส่วนช่วยส่งเสริมการเผาผลาญพลังงาน กำจัดแบคทีเรียที่สร้างปัญหาในลำไส้ (Sanders et al., 2019) และมีผลในการต้านอนุมูลอิสระ (Klaenhammer et al., 2012) ในกรณีการต้านอนุมูลอิสระนี้จึงทำให้โพรไบโอติกส์ ถูกนำมาใช้ในการรักษาโรคบางอย่างได้ การศึกษาก่อนหน้า พบว่า มีความไม่สมดุลของแบคทีเรียที่เป็นประโยชน์และแบคทีเรียที่ก่อโรคในลำไส้ของคนไข้ที่เป็นโรคอัลไซเมอร์ (Sochocka et al., 2019) และในปี 2021 ได้มีการพิสูจน์ทราบว่าการเสริมโพรไบโอติกส์เกี่ยวข้องกับการสร้างสารสื่อประสาทในสมอง (Chen et al., 2021) ด้วยสองหลักฐานนี้ จึงมีการนำเสนอหลักการเชื่อมโยงระบบขับถ่าย-สมองขึ้น (Gut-Brain Axis เป็น Information Exchange Network ระหว่างระบบขับถ่ายและสมอง) ซึ่งเป็นความเชื่อมโยงสองทาง (Two-ways Communication ทั้งแบบ “bottom-up” และ “top-down”) (Cryan et al., 2020) เช่น ในระบบประสาทส่วนกลางพบว่าชนิดและปริมาณแบคทีเรียในลำไส้มีผลต่อสาร Metabolites ที่สมองโดยผ่านระบบไหลเวียนเลือด (Cox and Weiner, 2018) ที่ระบบประสาทส่วนปลาย นอกจากนี้ ยังพบความเชื่อมโยงของเส้นประสาท Enteric Plexus ที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมการเคลื่อนไหว ขย้อนในกระเพาะ-ลำไส้กับ Vagus Nerve ที่ควบคุมการทำงานของหัวใจ (Carabotti et al., 2015) จากที่กล่าวมานั้นประโยชน์ของโพรไบโอติกส์มีมากมายหลายด้าน โดยบทความนี้จะกล่าวเฉพาะในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการออกกำลังกาย ดังรูปที่ 1

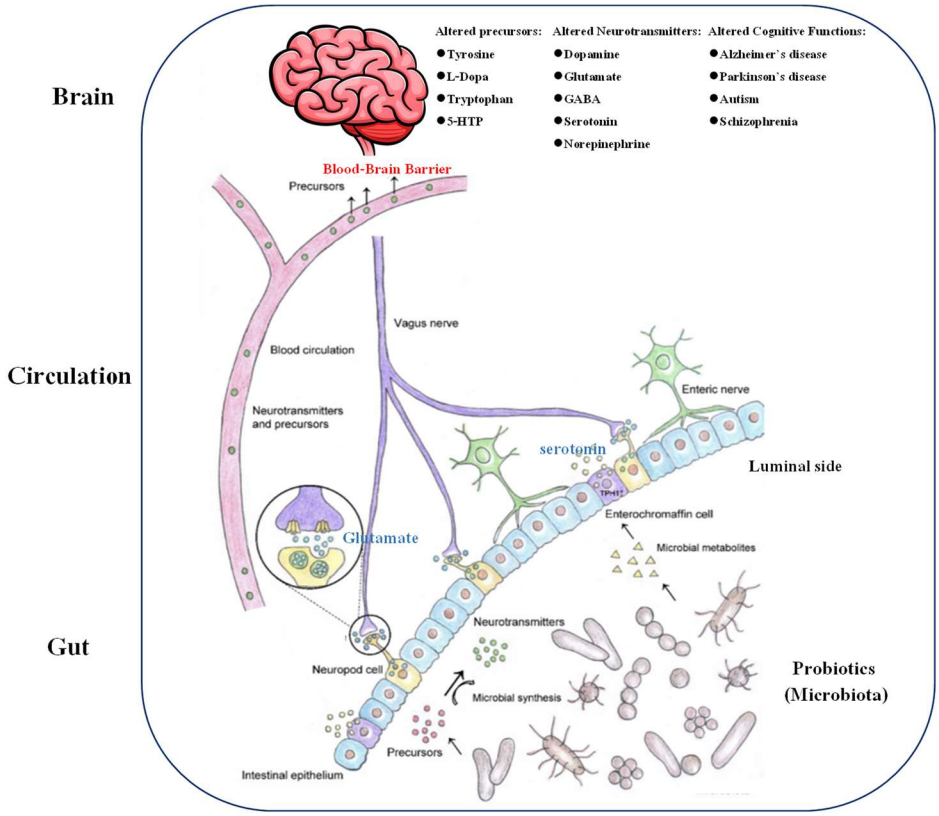


รูปที่ 1 ประโยชน์ที่หลากหลายของ Probiotics

ที่มา: Marttinen et al., 2020

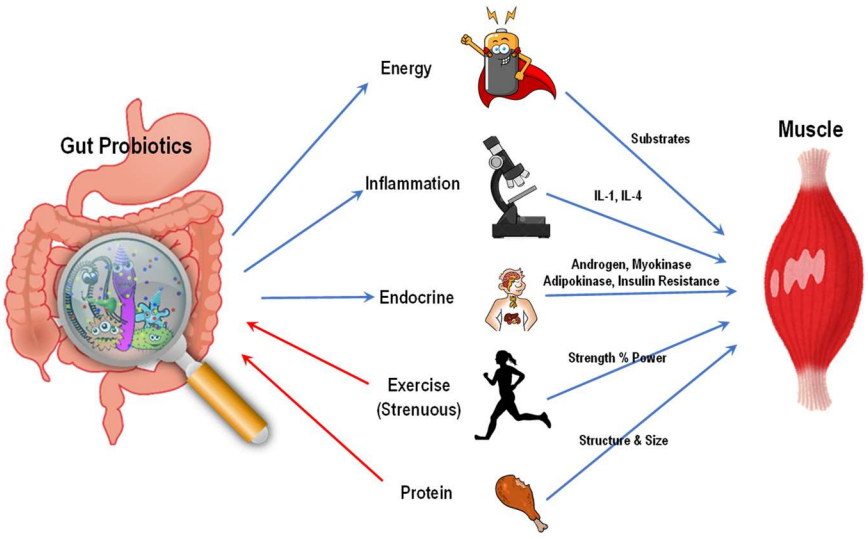
บทความนี้จะได้รวบรวมนำเสนอกลไกทางสรีรวิทยาที่ได้มีการอ้างอิงพิสูจน์ทราบมาแล้ว ซึ่งได้รับการตีพิมพ์ในวารสารวิชาการที่ได้รับความเชื่อถือในฐานข้อมูลมาตรฐาน อาทิ วารสารวิชาการในฐานข้อมูล Scopus และ Pubmed และเชื่อมโยงเกี่ยวกับโพรไบโอติกส์กับสมรรถภาพทางกายใน 3 ประเด็น ดังต่อไปนี้

1. ความเชื่อมโยงระหว่างระบบย่อยอาหารและสมอง (Gut-Brain Axis) โพรไบโอติกส์ทำหน้าที่ได้ทั้งไปกระตุ้นการทำงานของระบบประสาทที่สมองให้หลั่งสารสื่อประสาท และโพรไบโอติกส์เองสามารถสร้างสารสื่อประสาทได้โดยตรงในลำไส้ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง สารสื่อประสาทในกลุ่มที่มาจากกรดอะมิโนที่มาจากสารอาหารโปรตีนที่กินเข้าไป ดังรูปที่ 2 ดังนั้นโพรไบโอติกส์กลุ่มนี้จึงอาจเรียกได้อีกชื่อหนึ่งว่า Enteroendocrine Cells สารสื่อประสาทที่เกิดขึ้นบางตัวจะผ่านผนังกั้นระหว่างเซลล์สมองและเส้นเลือด (Blood-Brain Barrier) ได้ สารสื่อประสาท เช่น Glutamate จะซึมเข้าสู่ปมประสาท Vagus ได้ในเวลารวดเร็วมาก (เศษส่วนวินาที) (Chen et al., 2021)



รูปที่ 2 แสดงกลไกที่สารอาหาร (Macronutrients) ณ ตำแหน่งภายในทางเดินอาหาร (Luminal side, Gut) ที่อุดมไปด้วย Probiotics (Microbiota) หลากหลายชนิดที่บางชนิดสามารถสังเคราะห์สารสื่อประสาท (Neurotransmitters) โดยตรง บางชนิดสร้างสารที่มาจากการทำงานภายในเซลล์ Probiotics เอง (Metabolites) ผ่านเข้าสู่กระแสเลือด หรือที่ปลายปมประสาทส่วนปลาย และปรับสารสื่อประสาท-การทำงานที่สมอง (ปรับปรุงจาก Y. Chen et al., 2021)

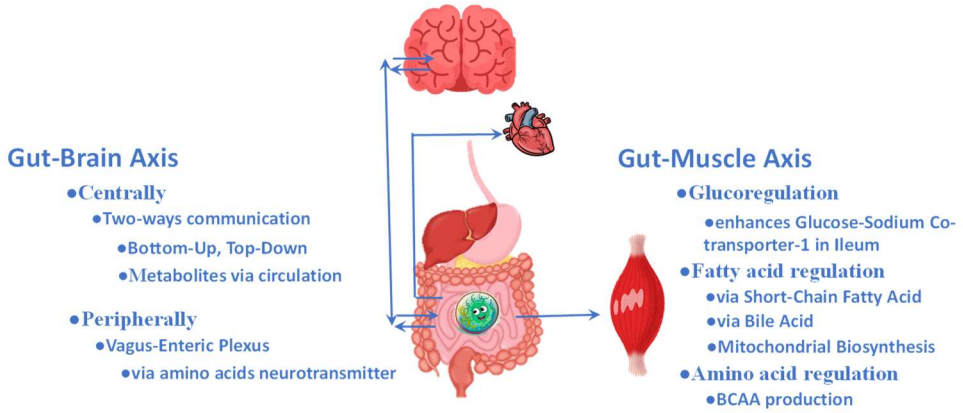
2. ความเชื่อมโยงระหว่างระบบย่อยอาหารและกล้ามเนื้อ (Gut-Muscle Axis) การดำรงสภาพการทำหน้าที่ของกล้ามเนื้อขึ้นอยู่กับปัจจัยที่ส่งผลต่อกระบวนการสลายและการสังเคราะห์ (Catabolism and Anabolism) ซึ่งทำให้จำเป็นต้องมีการรับประทานอาหารประเภทเนื้อสัตว์ในทุกวัน ความสมดุลของอาหารที่รับประทานกับการสลายนี้สำคัญมาก โดยเฉพาะเมื่อเข้าสู่วัยสูงอายุ (Dardevet et al., 2021) ความเชื่อมโยงระหว่างระบบย่อยอาหารกับการทำงานของกล้ามเนื้อ (Morella et al., 2023) กล่าวคือ โพรไบโอติกส์ จะไปทำหน้าที่ในการย่อยโปรตีนจากอาหารที่รับประทานเข้าไปแล้วส่งต่อไปที่กล้ามเนื้อเพื่อให้เกิดกระบวนการสร้างกล้ามเนื้อ (Anabolism) ทดแทนเซลล์ที่สลายไปทั้งจากอายุที่มากขึ้น และจากการบาดเจ็บเล็กๆ ของกล้ามเนื้อจากการออกกำลังกาย (Grosicki et al., 2018) มีการศึกษาวิจัยในสัตว์ทดลองที่ทดลองทำให้กล้ามเนื้อมีการสลายตัวโดยใช้ยาปฏิชีวนะมาระยะหนึ่ง แล้วให้โพรไบโอติกส์ พบว่า อัตราการสลายของกล้ามเนื้อลดลงอย่างมีนัยสำคัญ (Nay et al., 2019) โดยกลไกที่เกี่ยวข้อง คือ โพรไบโอติกส์ ส่งผลไปกระตุ้นให้มีการเสริมสร้างกล้ามเนื้อโดยเริ่มจาก โพรไบโอติกส์สลายกรดไขมันสายสั้น (Short-Chain Fatty Acids, SCFA) ร่วมกับมีน้ำดี (Secondary Bile Acids, BAs จากต่อมน้ำดี) ทั้งหมดไปกระตุ้น G Protein-Coupling Receptor (GPR) บนผนังลำไส้ส่วนอิเลียม (Ileum) และโคลอน (Colon) ผ่านการหลั่งของ Glucagon-Like Peptide-1 และการหลั่งตามลำดับขั้น (Cascade) ของตัวกลางต่างๆ ที่ล้วนอยู่ในเซลล์ลำไส้ (Zhao et al., 2021) อนึ่ง การออกกำลังกายที่หนักมากเกินไป หรือการรับประทานอาหารประเภทใดประเภทหนึ่งเพียงอย่างเดียวจะส่งผลเสียต่อการทำหน้าที่ของโพรไบโอติกส์ด้วยเช่นกัน ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่าง Probiotics ในลำไส้กับการทำหน้าที่ของกล้ามเนื้อ การดูดซึมสารโมเลกุลใหญ่ที่ให้พลังงาน การต่อต้านการอักเสบ และการเสริมสร้างฮอร์โมน ซึ่งมีทั้งการสร้างเสริม (ลูกศรสีดำ ผลในทางบวก) และการทำลาย เช่น เมื่อออกกำลังกายหนักเกินไป การบริโภคโปรตีนเพียงอย่างเดียว (ลูกศรสีแดง ผลเชิงลบ) (ปรับปรุงจาก Zhao et al., 2021)

3. ความเชื่อมโยงระหว่างโพไบโอติกส์กับสมรรถภาพในการออกกำลังกาย (Probiotics กับ Exercise Capacity) มีหลักฐานจากงานวิจัยรายงานว่า โพรไบโอติกส์มีผลชัดเจนต่อการเพิ่มสมรรถภาพทางกาย เช่น ช่วยเพิ่มสมรรถภาพแบบแอโรบิกในหนูทดลอง (Soares et al., 2019) นอกจากนี้ โพรไบโอติกส์ยังส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบของร่างกาย เช่น ปริมาณไขมันลดลง แต่ไม่ส่งผลต่อสมรรถภาพทางกายของนักกีฬา (Toohey et al., 2020) และในปี 2014 พบว่าโพรไบโอติกส์ช่วยเพิ่มความสามารถในการกระโดดสูงในผู้ที่ออกกำลังกายแบบแรงต้านเป็นประจำ (Georges et al., 2014) อย่างไรก็ตาม ผู้วิจัยย้ำว่าการเพิ่มขึ้นของสมรรถภาพดังกล่าวขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ของโพรไบโอติกส์ คำกล่าวนี้ยืนยันได้จากการพบความหลากหลายของโพรไบโอติกส์ในลำไส้ของนักรักบี้ที่มีสมรรถภาพทางกายเป็นเลิศ (Marlicz and Loniewski, 2015) ทั้งนี้ การที่โพรไบโอติกส์ช่วยเพิ่มสมรรถภาพทางกายนั้นเกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงในสารให้พลังงาน หรือแหล่งพลังงานในร่างกาย ซึ่งสามารถแบ่งได้ ดังนี้

คาร์โบไฮเดรต (Carbohydrate) โพรไบโอติกส์เป็นหน่วยเล็กที่สุดในลำไส้ที่สามารถเปลี่ยนอาหารที่กินเข้าไปเป็นโมเลกุลเล็กที่พอจะดูดซึมเข้าสู่เซลล์ได้ จึงเกี่ยวข้องกับสารที่ให้พลังงาน (Macromolecules) ทุกชนิด ดังรูปที่ 4 รวมถึงวิตามินและเกลือแร่ งานศึกษาวิจัยหนึ่งพบว่า โพรไบโอติกส์ในสภาวะที่มีน้ำดี สามารถกระตุ้นให้ผนังเซลล์เยื่อบุลำไส้มี Glucose tolerance ดีขึ้น (Sedgeman et al., 2018) และภายใน 10 วันที่นักกีฬาได้รับโพรไบโอติกส์ พบว่า เซลล์อิเลียม (Ileum) ในลำไส้ส่วนปลายมีประสิทธิภาพการทำงานของตัวนำพากลูโคส (Glucose-Sodium Co-transporter-1) เข้าสู่เซลล์ได้ดีขึ้น อาจจะอนุมานได้ว่ามีจำนวนแหล่งพลังงานเข้าสร้างพลังงานที่ใช้ในการออกกำลังกาย หรืออดิโนซีนไตรฟอสเฟต (Adenosine triphosphate: ATP) ไปซึ่งสัมพันธ์กับการเพิ่มสมรรถภาพของการออกกำลังกาย (Nay et al., 2019) หลักฐานดังกล่าวแสดงถึงการที่โพรไบโอติกส์ไปสร้างเสริมกระบวนการดูดซึม และการใช้กลูโคสเป็นพลังงานของร่างกาย



รูปที่ 4 ผลสรุป Gut-Brain และ Gut-Muscle Axes (ปรับปรุงจาก Zhao et al., 2021)

ไขมัน (Fat) การหลั่งของน้ำดี เป็นกระบวนการปกติสามารถช่วยในการดูดซึมไขมันจากอาหารเข้าสู่ร่างกายในลำไส้ (Midtvedt and Norman, 1972) โพรไบโอติกส์บางชนิดสามารถสร้างกรดไขมันสายสั้น (Short-Chain Fatty Acids, SCFA) ได้ ซึ่ง SCFA นี้จะไปกระตุ้นการสังเคราะห์ไมโทคอนเดรียให้เพิ่มจำนวนมากขึ้น (Mitochondrial Biosynthesis) (Kasubuchi et al., 2015) และสร้างไขมันสีน้ำตาล (Brown Adipose Tissues) ที่ช่วยควบคุมสมดุลความร้อนในร่างกาย (Yamashita et al., 2008) ที่ส่งผลช่วยเพิ่มขีดความสามารถในการออกกำลังกายได้

โปรตีนหรือกรดอะมิโน (Protein or Amino acid) โพรไบโอติกส์สายพันธุ์ Lactobacillus ที่ช่วยเพิ่มกรดอะมิโนสายโซ่กิ่ง (Branch-Chained Amino Acids) ในระบบไหลเวียนโลหิตได้ (Huang et al., 2019) และเมื่อทำการวิเคราะห์สายพันธุกรรมพบว่า มีส่วนของสายพันธุกรรมชื่อ 23 Protease Gene ที่สร้างกรดอะมิโนได้เกือบทุกตัว ยกเว้นลูซีน (Leucine), ไอโซลูซีน (Isoleucine) และวาลีน (Valine) (Li et al., 2016) ซึ่งอาจอนุมานได้ว่า Probiotics มีส่วนช่วยในการสังเคราะห์กรดอะมิโนในร่างกายมนุษย์ได้ (Amino acids Biosynthesis) แต่อาจยกเว้นกรดอะมิโนจำเป็น (Essential amino acid; EAA)

คำแนะนำการทาน Probiotics มีดังนี้ (Kechagia et al., 2013)

1. โพรไบโอติกส์แต่ละสายพันธุ์มีประโยชน์จำเพาะ จึงควรพิจารณาให้เหมาะสมกับตนเอง

2. การได้รับโพรไบโอติกส์มากเกินไปมีผลเสียด้านทำให้เกิดความปั่นป่วนไม่สบายท้อง แก๊สในทางเดินอาหาร

3. ไม่ควรใช้โพรไบโอติกส์ในคนป่วยที่ทานยากดภูมิคุ้มกัน เพราะจะเสี่ยงติดเชื้อในทางเดินอาหารได้ง่าย

4. สตรีมีครรภ์ไม่ควรใช้โพรไบโอติกส์เพราะอาจทำให้ภูมิคุ้มกันผิดเพี้ยนได้

5. ควรทานโพรไบโอติกส์ก่อนอาหารเช้าหรือหลังอาหารเย็น จะให้ผลดีที่สุด

บทสรุป

ความน่าอัศจรรย์ที่น่าเหลือเชื่อของโพรไบโอติกส์หรือจุลินทรีย์ตัวจิ๋วที่มองไม่เห็นด้วยตาเปล่านี้ ช่วยเสริมสร้างสมรรถภาพทางกาย เช่น สร้างกระดูก สร้างสารสื่อประสาท เสริมภูมิคุ้มกัน ต้านอนุมูลอิสระ เสริมการทำงานของกล้ามเนื้อและระบบพลังงาน อย่างไรก็ตาม โพรไบโอติกส์ มีกลไกการทำงานผ่านสมมติฐาน 2 ข้อ ได้แก่ (ก) Gut-Brain Axis ที่พบว่า จุลินทรีย์บางชนิดในลำไส้สร้างสารสื่อประสาท และสารที่เกี่ยวข้องกับสารเซโรโทนินและ Glutamate ที่ส่งไปตามกระแสเลือดและผ่าน Blood-Brain Barrier ไปออกฤทธิ์ที่สมองได้ ส่งผลให้มีการปรับเปลี่ยนสารสื่อประสาทอื่นๆ ในสมอง เช่น Dopamine, GABA, L-Dopa และยังมีผลต่อระบบประสาทส่วนปลายที่ Vagus Nerve ที่ควบคุมการทำงานของหัวใจ และ (ข) Gut-Muscle Axis ที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับการดูดซึมสารโมเลกุลใหญ่ เช่น คาร์โบไฮเดรต ไขมัน และโปรตีน อย่างไรก็ตาม ต้องคำนึงถึงสายพันธุ์ของจุลินทรีย์ที่มีความจำเพาะในการสร้างสารตัวกลางต่างๆ ด้วย อย่างไรก็ตาม ยังมีรายงานผลข้างเคียงการใช้โพรไบโอติกส์ในบางกลุ่มบุคคล ซึ่งผู้สนใจควรศึกษารายละเอียด ประโยชน์ และผลข้างเคียงที่อาจเกิดขึ้นโดยเฉพาะในผู้ที่ออกกำลังกายหรือนักกีฬา

เอกสารอ้างอิง

Atsawarungruangkit, A., and Hussain, Z. (2018). Relationship between constipation and physical activity: results from the national health and nutrition examination survey (NHANES): 459. *The American College of Gastroenterology*, *113,* 266-267.

Bonomini-Gnutzmann, R., Plaza-Díaz, J., Jorquera-Aguilera, C., Rodríguez-Rodríguez, A., and Rodríguez-Rodríguez, F. (2022). Effect of intensity and duration of exercise on gut microbiota in humans: a systematic review. *International Journal of Environmental Research and Public Health, 19*(15), 9518-9535.

Carabotti, M., Scirocco, A., Maselli, M. A., and Severi, C. (2015). The gut-brain axis: interactions between enteric microbiota, central and enteric nervous systems. *Annals of Gastroenterology, 28*(2), 203-209.

Chen, Y., Xu, J., and Chen, Y. (2021). Regulation of neurotransmitters by the gut microbiota and effects on cognition in neurological disorders. *Nutrients, 13*(6), 2099-2119.

Clarke, G., Stilling, R. M., Kennedy, P. J., Stanton, C., Cryan, J. F., and Dinan, T. G. (2014). Minireview: gut microbiota: the neglected endocrine organ. *Molecular Endocrinology (Baltimore, Md.), 28*(8), 1221-1238.

Cox, L. M., and Weiner, H. L. (2018). Microbiota signaling pathways that influence neurologic disease. *Neurotherapeutics, 15*(1), 135-145.

Costa, R. J. S., Snipe, R. M. J., Kitic, C. M., and Gibson, P. R. (2017). Systematic review: exercise-induced gastrointestinal syndrome-implications for health and intestinal disease. *Alimentary Pharmacology & Therapeutics, 46*(3), 246-265.

Crossland, H., Skirrow, S., Puthucheary, Z. A., Constantin-Teodosiu, D., and Greenhaff, P. L. (2019). The impact of immobilisation and inflammation on the regulation of muscle mass and insulin resistance: different routes to similar end-points. *The Journal of Physiology, 597*(5), 1259-1270.

Cryan, J. F., O'Riordan, K. J., Sandhu, K., Peterson, V., and Dinan, T. G. (2020). The gut microbiome in neurological disorders. *The Lancet Neurology, 19*(2), 179-194.

Dardevet, D., Mosoni, L., Savary-Auzeloux, I., Peyron, M. A., Polakof, S., and Rémond, D. (2021). Important determinants to take into account to optimize protein nutrition in the elderly: solutions to a complex equation. *The Proceedings of the Nutrition Society, 80*(2), 207-220.

Gasbarrini, G., Bonvicini, F., and Gramenzi, A. (2016). Probiotics History. *Journal of Clinical Gastroenterology*, *50*(Suppl 2), proceedings from the 8th probiotics, prebiotics & new foods for microbiota and human health meeting held in rome, italy on september 13-15, 2015, 116-119.

Georges, J., Lowery, R. P., Yaman, G., Kerio, C., Ormes, J., McCleary, S. A., Sharp, M., Shields, K., Rauch, J., Silva, J., Arick, N., Purpura, M., Jäger, R., and Wilson, J. M. (2014). The effects of probiotic supplementation on lean body mass, strength, and power, and health indicators in resistance trained males: a pilot study. *Journal of the International Society of Sports Nutrition, 11*(Suppl 1), 38.

Grosicki, G. J., Fielding, R. A., and Lustgarten, M. S. (2018). Gut microbiota contribute to age-related changes in skeletal muscle size, composition, and function: biological basis for a gut-muscle axis. *Calcified Tissue International, 102*(4), 433-442.

Huang, W. C., Wei, C. C., Huang, C. C., Chen, W. L., and Huang, H. Y. (2019). The beneficial effects of lactobacillus plantarum ps128 on high-intensity, exercise-induced oxidative stress, inflammation, and performance in triathletes. *Nutrients, 11*(2), 353-365.

Kasubuchi, M., Hasegawa, S., Hiramatsu, T., Ichimura, A., and Kimura, I. (2015). Dietary gut microbial metabolites, short-chain fatty acids, and host metabolic regulation. *Nutrients, 7*(4), 2839-2849.

Kechagia, M., Basoulis, D., Konstantopoulou, S., Dimitriadi, D., Gyftopoulou, K., Skarmoutsou, N., & Fakiri, E. M. (2013). Health benefits of probiotics: a review. ISRN nutrition, 2013, 481651. https://doi.org/10.5402/2013/481651

Klaenhammer, T. R., Kleerebezem, M., Kopp, M. V., and Rescigno, M. (2012). The impact of probiotics and prebiotics on the immune system. *Nature Reviews Immunology*, *12*(10), 728-734.

Komano, Y., Shimada, K., Naito, H., Fukao, K., Ishihara, Y., Fujii, T., Kokubo, T., & Daida, H. (2018). Efficacy of heat-killed Lactococcus lactis JCM 5805 on immunity and fatigue during consecutive high intensity exercise in male athletes: a randomized, placebo-controlled, double-blinded trial. *Journal of the International Society of Sports Nutrition, 15*(1), 39. https://doi.org/10.1186/s12970-018-0244-9

Lei, M., Hua, L. M., and Wang, D. W. (2016). The effect of probiotic treatment on elderly patients with distal radius fracture: a prospective double-blind, placebo-controlled randomised clinical trial. *Beneficial Microbes, 7*(5), 631-637.

Li, P., Li, X., Gu, Q., Lou, X. Y., Zhang, X. M., Song, D. F., and Zhang, C. (2016). Comparative genomic analysis of Lactobacillus plantarum ZJ316 reveals its genetic adaptation and potential probiotic profiles. Journal of Zhejiang University. *Science, 17*(8), 569-579.

Marlicz, W., and Loniewski, I. (2015). The effect of exercise and diet on gut microbial diversity. *Gut, 64*(3), 519-520.

Marttinen, M., Ala-Jaakkola, R., Laitila, A., and Lehtinen, M. J. (2020). Gut microbiota, probiotics and physical performance in athletes and physically active individuals. *Nutrients, 12*(10), 2936-2967.

Michalickova, D., Minic, R., Dikic, N., Andjelkovic, M., Kostic-Vucicevic, M., Stojmenovic, T., Nikolic, I., and Djordjevic, B. (2016). Lactobacillus helveticus Lafti L10 supplementation reduces respiratory infection duration in a cohort of elite athletes: a randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism, 41*(7), 782-789.

Midtvedt, T., and Norman, A. (1972). Adsorption of bile acids to intestinal microorganisms. Acta pathologica et microbiologica Scandinavica. Section B: *Microbiology and Immunology, 80*(2), 202-210.

Mora-Villalobos, J. A., Montero-Zamora, J., Barboza, N., Rojas-Garbanzo, C., Usaga, J., Redondo-Solano, M., Schroedter, L., Olszewska-Widdrat, A., López-Gómez, J. P. (2020). Multi-product lactic acid bacteria

fermentations: a review. *Fermentation, 6*(1), 23-43.

Morella, I., Negro, M., Dossena, M., Brambilla, R., & D'Antona, G. (2023). Gut-muscle-brain axis: Molecular mechanisms in neurodegenerative disorders and potential therapeutic efficacy of probiotic supplementation coupled with exercise. *Neuropharmacology, 240*, 109718. https://doi.org/10.1016/j.neuropharm.2023.109718

Nay, K., Jollet, M., Goustard, B., Baati, N., Vernus, B., Pontones, M., Lefeuvre-Orfila, L., Bendavid, C., Rué, O., Mariadassou, M., Bonnieu, A., Ollendorff, V., Lepage, P., Derbré, F., and Koechlin-Ramonatxo, C. (2019). Gut bacteria are critical for optimal muscle function: a potential link with glucose homeostasis. *American journal of physiology - Endocrinology and Metabolism, 317*(1), 158-171.

Nilsson, A. G., Sundh, D., Bäckhed, F., and Lorentzon, M. (2018). Lactobacillus reuteri reduces bone loss in older women with low bone mineral density: a randomized, placebo-controlled, double-blind, clinical trial. *Journal of Internal Medicine, 284*(3), 307-317.

Piwowarek, K., Lipińska, E., Hać-Szymańczuk, E., Kieliszek, M., and Ścibisz, I. (2018). Propionibacterium spp.-source of propionic acid, vitamin B12, and other metabolites important for the industry. *Applied Microbiology and Biotechnology, 102*(2), 515-538.

Sanders, M. E., Merenstein, D. J., Reid, G., Gibson, G. R., and Rastall, R. A. (2019). Probiotics and prebiotics in intestinal health and disease: from biology to the clinic. *Gastroenterology & Hepatology, 16*(10), 605-616.

Sedgeman, L. R., Beysen, C., Allen, R. M., Ramirez Solano, M. A., Turner, S. M., and Vickers, K. C. (2018). Intestinal bile acid sequestration improves glucose control by stimulating hepatic miR-182-5p in type 2 diabetes. *American Journal of Physiology - Gastrointestinal and Liver Physiology, 315*(5), 810-823.

Sochocka, M., Donskow-Łysoniewska, K., Diniz, B. S., Kurpas, D., Brzozowska, E., and Leszek, J. (2019). The gut microbiome alterations and inflammation-driven pathogenesis of alzheimer's disease-a critical review. *Molecular neurobiology, 56*(3), 1841-1851.

Soares, A. D. N., Wanner, S. P., Morais, E. S. S., Hudson, A. S. R., Martins, F. S., and Cardoso, V. N. (2019). Supplementation with saccharomyces boulardii increases the maximal oxygen consumption and maximal aerobic speed attained by rats subjected to an incremental-speed exercise. *Nutrients, 11*(10), 2352-2562.

Toohey, J. C., Townsend, J. R., Johnson, S. B., Toy, A. M., Vantrease, W. C., Bender, D., Crimi, C. C., Stowers, K. L., Ruiz, M. D., VanDusseldorp, T. A., Feito, Y., and Mangine, G. T. (2020). Effects of probiotic (*Bacillus subtilis*) supplementation during offseason resistance training in female division I athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research, 34*(11), 3173-3181.

Yamashita, H., Wang, Z., Wang, Y., Segawa, M., Kusudo, T., and Kontani, Y. (2008). Induction of fatty acid-binding protein 3 in brown adipose tissue correlates with increased demand for adaptive thermogenesis in rodents. *Biochemical and Biophysical Research Communications, 377*(2), 632-635.

Zhao, J., Huang, Y., & Yu, X. (2021). A Narrative Review of Gut-Muscle Axis and Sarcopenia: The Potential Role of Gut Microbiota. *International journal of general medicine*, *14*, 1263–1273. https://doi.org/10.2147/IJGM.S301141

.