บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

อาการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อจากการออกกำลังกาย (David, 2004)

อาการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อจากการออกกำลังกายเป็นภาวะที่พบได้บ่อย อาจพบทันทีขณะออกกำลังกายหรือพบภายหลังการออกกำลังกายเป็นเวลา 1-2 วัน แบ่งการบาดเจ็บออกเป็น

1. อาการปวดกล้ามเนื้อที่เกิดขึ้นแบบเฉียบพลันหรือการเจ็บจากการขาดเลือดไปเลี้ยง (Rapid onset muscle soreness or ischemic pain)

การปวดกล้ามเนื้อที่เกิดขึ้นขณะการออกกำลังกายหรือเกิดขึ้นทันทีภายหลังการออกกำลังกายเชื่อกันว่าอาการปวดเกิดจากการขาดเลือดมาเลี้ยงกล้ามเนื้อ เกิดการอุดตันการไหลเวียนเลือดอย่างรวดเร็วโดยมีสาเหตุเกิดจาก

1.1 อาการปวดกล้ามเนื้อเกิดขึ้นในขณะกล้ามเนื้อหดตัว เนื่องจากความตึงในกล้ามเนื้อมีเพิ่มขึ้นจนสามารถบีบหลอดเลือดในกล้ามเนื้อได้ส่งผลให้มีการขาดเลือดของกล้ามเนื้อ

1.2 จากการขาดเลือดจะทำให้ผลิตผลของ Metabolism เช่น กรดแลคติคและโปแตสเซียมไม่สามารถถูกเคลื่อนที่ย้ายไปได้จึงคั่งอยู่และกระตุ้นตัวรับความเจ็บปวดที่มีอยู่ในกล้ามเนื้อ

1.3 การเจ็บปวดจะยังเป็นอยู่ตลอดเวลา จนกระทั้งความแรงของการหดตัวลดลงหรือหยุดไปและมีเลือดมาเลี้ยงกล้ามเนื้อเหมือนเดิม จะเป็นการช่วยเคลื่อนย้ายของเสียออกไป

2. กล้ามเนื้อเป็นตะคริว (Muscle cramp)

การเกิดตะคริวเป็นการเกิดขึ้นแบบฉับพลัน รุนแรง เป็นการกระตุ้นโดยเส้นประสาทสั่งการที่มากกว่าปกติโดยไม่สามารถควบคุมได้ การเกิดตะคริวจะเกิดขณะออกกำลังกายในสภาวะที่ร้อน อาจเกี่ยวข้องกับการเสียเหงื่อมากซึ่งทำให้เกิดการสูญเสียสารอิเล็คโตรไลต์และการที่ Motor neuron ถูกกระตุ้นมากเกินไป การเกิดตะคริวมักเกิดขึ้นบริเวณน่อง เท้าและกล้ามเนื้อมัดใหญ่ๆ อาการเจ็บจากตะคริวเกิดจากมีการกระตุ้นของกลไกตัวรับความรู้สึกจากแรงตึงตัวที่มากเกินไปของกล้ามเนื้อ (Excessive muscle tension) การขาดเลือด (Ischemia) และความเข้มข้นของสารเมตาโบไลต์ (Concentration of metabolites)

3. อาการปวดกล้ามเนื้อที่เกิดช้าภายหลังการออกกำลังกาย

อาการปวดกล้ามเนื้อที่เกิดขึ้นภายหลังออกกำลังกาย 1-2 วันเรียกว่า อาการปวดกล้ามเนื้อที่เกิดช้าหลังการออกกำลังกาย (Delayed onset muscle soreness: DOMS) เป็นอาการปวดระบมเป็นความรู้สึกเจ็บหรือความรู้สึกไม่สบายที่เกิดขึ้นจากหลังการออกกำลังกายที่ไม่คุ้นเคย การออกกำลังกายที่มากเกินไปหรือไม่เคยออกกำลังกายมาก่อน มีอาการแสดงคือ อาการปวดหน่วงๆบริเวณกล้ามเนื้อโดยเฉพาะบริเวณรอยต่อระหว่างกล้ามเนื้อกับเอ็นกล้ามเนื้อ (Myotendious junction) มีจุดกดเจ็บในกล้ามเนื้อทำให้ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อลดลงและเคลื่อนไหวได้ลำบากมากขึ้น ซึ่งอาการปวดจะรุนแรงมากที่สุดช่วง 24-72 ชั่วโมงหลังการออกกำลังกายและอาการปวดจะลดลงและหายไปเองภายใน 5-7 วัน โดยมักพบภายหลังการออกกำลังกายที่กล้ามเนื้อมีการหดตัวแบบยืดยาวออกหรือกล้ามเนื้อถูกยืดขณะหดตัวที่เรียกว่าการหดตัวแบบนี้ว่า Eccentric contraction นอกจากอาการที่แสดงให้เห็นภายนอกแล้วยังสามารถวัดได้จากปริมาณสารต่างๆ ภายในร่างกาย เช่น ปริมาณของ Creatine Kinase เป็นต้น ทั้งนี้อาการแสดงจะหายไปช้าหรือเร็วขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ เช่น ลักษณะของการออกกำลังกาย เพศ และสมรรถภาพทางกายของบุคคลนั้นๆด้วย

ตาราง 1 แสดงการเปรียบเทียบสาเหตุและคุณลักษณะอาการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อจากการออกกำลังกาย

ตัวแปร	อาการปวดกล้ามเนื้อที่เกิดขึ้นแบบเฉียบพลัน	กล้ามเนื้อเป็นตะคริว	อาการปวดกล้ามเนื้อที่เกิดภายหลังการออกกำลังกาย
สาเหตุการเกิด	การกระตุ้นตัวรับความเจ็บปวดที่มีอยู่ในกล้ามเนื้อจากสารเคมีที่ถูกปล่อยจากกล้ามเนื้อที่มีการหดตัวค้าง	การที่ Motor neuron ถูกกระตุ้นมากเกินไปและเกี่ยวกับการสูญเสียสารอีเล็คโตรไลต์	การทำงานกล้ามเนื้อแบบยืดยาวออก
เริ่มต้นการเกิด	ระหว่างการออกกำลังกาย	เกิดขึ้นทันทีขณะการออกกำลังกายหรือหลังจากการออกกำลังกาย	หลังการออกกำลังกาย กาย 8- 24 ชั่วโมง
ระยะเวลาการเกิด	หลังการหดตัวของกล้ามเนื้อสิ้นสุดและการไหลเวียนเลือดกลับมาเป็นปกติ	เกิดขึ้นเพียงไม่กี่วินาทีจนถึงหลายนาที	อาการจะหายไปภายใน 5-7 วันหลังการออกกำลังกาย
ชนิดการหดตัวของกล้ามเนื้อที่เกี่ยวข้อง	การหดตัวแบบค้างไว้ Isometric contraction	การหดตัวกล้ามเนื้อแบบยืดยาวออก Eccentric contraction	การหดตัวของกล้ามเนื้อแบบนอกอำนาจจิตใจอย่างรุนแรง
การรักษาและการป้องกัน	หยุดออกกำลัง	ยืดกล้ามเนื้อที่เป็นตะคริว	ยังไม่ทราบผลที่แน่นอน

ที่มา **Divakara Kedlaya**, 2008

ทฤษฎีการเกิดอาการปวดกล้ามเนื้อที่เกิดช้าหลังการออกกำลังกาย (Karoline, 2003)

ตั้งแต่ปี 1902 อาการปวดกล้ามเนื้อที่เกิดช้าหลังการออกกำลังกายได้ถูกศึกษาโดยนักวิจัยหลายๆ ท่าน แต่ยังไม่ทราบกลไกการเกิดได้อย่างแน่ชัด โดยสามารถแบ่งทฤษฎีที่ใช้ในการอธิบายการเกิดอาการปวดกล้ามเนื้อที่เกิดช้าหลังการออกกำลังกายได้ดังนี้

ทฤษฎีการเกร็งตัวของกล้ามเนื้อ (The spasm theory)

จากการศึกษาและสังเกตพบว่าภายหลังการออกกำลังกายแบบ Eccentric contraction การทำงานของกล้ามเนื้อขณะพัก (Resting muscle activity) มีค่าเพิ่มมากขึ้นชี้ให้เห็นว่ามีการหดเกร็งของกล้ามเนื้อขณะพัก โดยสามารถแบ่งบาดเจ็บเป็น 3 ระยะคือ

1. การออกกำลังกายแบบ Eccentrics contraction ทำให้เกิดการขาดเลือดมาเลี้ยงบริเวณกล้ามเนื้อที่หดตัว

2. จากการขาดเลี้ยงทำให้กล้ามเนื้อมีการหลั่งสาร Substance P ไปกระตุ้นปลายประสาทการรับรู้ความเจ็บปวดในกล้ามเนื้อ

3. อาการปวดที่เกิดขึ้นทำให้กล้ามเนื้อเกิดการหดตัวส่งผลทำให้เกิดการขาดเลือดมากขึ้นเกิดเป็นวัฏจักรต่อเนื่องไป

ทฤษฎีการหลั่งกรดแลคติก (The lactic acid theory)

ภายหลังการออกกำลังกายเป็นระยะเวลานานๆ ปริมาณของ กรด Lactic มากขึ้นจากขบวนการ Metabolic ส่งผลให้ Osmotic pressure เพิ่มขึ้น เนื้อเยื่อมีอาการบวมแล้วไปกระตุ้นปลายประสาทรับความเจ็บปวดทำให้เกิดอาการปวดขึ้น โดยปกติปริมาณของกรด Lactic จะกลับเข้าสู่ภาวะปกติก่อนการออกกำลังกายภายใน 1 ชั่วโมงหลังการออกกำลังกายและพบว่าปริมาณของกรด Lactic ไม่มีความสัมผัสกับการออกกำลังกายแบบ Eccentric contraction แต่อาการปวดกล้ามเนื้อที่เกิดช้าหลังการออกกำลังกายจะพบมากภายหลังการออกกำลังกายแบบ Eccentric contraction มากกว่าการออกกำลังกายแบบ Concentric contraction ถึง 5-7 เท่า และการออกกำลังกายแบบ Concentric contraction มีจะขบวนการ Metabolism มากกว่า

ทฤษฎีการหลั่งเอนไซด์ที่เกิดจากการทำงานของกล้ามเนื้อ (The enzyme efflux theory)

อาการปวดกล้ามเนื้อที่เกิดช้าหลังการออกกำลังกายเกิดจากการที่การที่มีเอนไซด์ไหลออกจากเซลล์ ภายหลังการออกกำลังกายแบบ Eccentric contraction ทำให้เกิดการบาดเจ็บต่อ Sarcoplasmic reticulum ซึ่งเป็นบริเวณที่มีการเก็บสะสมของแคลเซียม ทำให้เกิดการแพร่ของแคลเซียมออกไปนอกเซลล์ ส่งผลให้ขบวนการหายใจระดับเซลล์เพื่อการสร้างพลังงานใน mitochondrial เกิดขึ้นช้าเนื่องจากต้องอาศัยแคลเซียมในการขนส่ง ในขณะเดียวกันแคลเซียมที่รั่วออกไปนอกเซลล์ก็ไปทำปฏิกิริยากับ Proteases และการฉีกขาดของ Sarcolemma ทำให้เกิด Leukotrienes และ Protraglandins

ทฤษฎีการฉีกขาดของเนื้อเยื่อ (The torn tissue or muscle damage theory)

Hough (1902) กล่าวว่าอาการปวดกล้ามเนื้อที่เกิดช้าหลังการออกกำลังกายเกิดจากเนื้อเยื่อมีการบาดเจ็บโดยเฉพาะหลังการออกกำลังกายแบบ Eccentric contraction ซึ่งการบาดเจ็บที่เกิดขึ้นจากการเพิ่มแรงตึงตัวของกล้ามเนื้อส่งผลให้โครงสร้างเกิดการเปลี่ยนแปลงรูปร่างโดยเฉพาะบริเวณ Z – line กล้ามเนื้อชนิด Type II ซึ่งเป็นโครงสร้างที่อ่อนแรงมากที่สุด ตัวรับความรู้สึกเจ็บปวด (Nociceptor) บริเวณกล้ามเนื้อ,เนื้อเยื่อและหลอดเลือดฝอยจะถูกกระตุ้นส่งผลให้เกิดความรู้สึกเจ็บปวดขึ้น การตรวจเอนไซด์ Creatine Kinase (CK) ซึ่งเป็นตัวชี้วัดทางชีวเคมีของอาการกล้ามเนื้อหัวใจขาดเลือด (Myocardia infraction) และเกิดการบาดเจ็บและการฉีกขาดของกล้ามเนื้อ โดยเฉพาะกรณีเกิดการฉีกขาดของ Z – line และ Sarcolemma ทำให้เกิดการรั่วไหลของเอนไซด์ในกล้ามเนื้อ เช่น CK ซึ่งค่าปกติของ CK ในกระแสเลือดจะมีปริมาณ 100 IU/L และหลังการออกกำลังกายแบบ Eccentrics contraction ปริมาณ CK ในกระแสเลือดจะเพิ่มมากขึ้นถึง 40,000 IU/L ชี้ให้เห็นว่าเกิดการฉีกขาดของ กล้ามเนื้อโดยเฉพาะบริเวณ Z – line แต่กระนั้นยังมีความเห็นขัดแย้งกันในระยะเวลาที่ระดับ CK จะเพิ่มสูงสุดภายหลังการบาดเจ็บ ดังนั้นทฤษฎีการฉีกขาดของเนื้อเยื่อจึงถูกยอมรับเพียงส่วนของการอธิบายกลไกการเกิดอาการปวดกล้ามเนื้อที่เกิดช้าหลังการออกกำลังกาย

ทฤษฎีการอักเสบ (The inflammation theory)

เชื่อว่าเกิดจากการฉีกขาดของเนื้อเยื่อที่ห่อหุ้มกล้ามเนื้อ ทำให้เกิดกลไกการอักเสบและมีการหลั่งสารที่เกี่ยวข้องกับการอักเสบ เช่น Histamine, PGE2, Creatine Kinsae เป็นต้น มีผลต่อการกระตุ้นตัวรับความรู้สึกเจ็บปวด ทำให้เกิดความรู้สึกเจ็บปวด บวม จุดกดเจ็บร่วมกับอาการอ่อนแรงของกล้ามเนื้อเป็นต้น

ทฤษฎีการฉีกขาดของเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน (Connective tissue damage theory)

เนื้อเยื่อเกี่ยวพัน (Connective tissue) เป็นส่วนที่ห่อหุ้มเส้นใยกล้ามเนื้อ (Muscle fiber)ซึ่งเนื้อเยื่อเกี่ยวพันของกล้ามเนื้อ slow twitch จะมีความแข็งแรงกว่ากล้ามเนื้อ Fast twitch ในการยืดยาวออกของเนื้อเยื่อเกี่ยวพันก่อให้เกิดการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อ โดยเฉพาะกล้ามเนื้อแบบ Fast twitch ได้มีการศึกษาเกี่ยวกับเรื่องนี้ด้วยการตรวจวัดปริมาณ Myogobinในปัสสาวะ เพื่อเป็นดัชนีของการทำลายใยกล้ามเนื้อ อีกทั้งตรวจวัด Hydroxyproline เพื่อเป็นดัชนีที่บ่งบอกการทำลายเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน (Connective tissue) พบว่าปริมาณ Myogobin ที่ตรวจได้ไม่สัมพันธ์กับความเจ็บปวดของกล้ามเนื้อที่เกิดขึ้น แต่พบว่าการขับถ่าย Hydroxyproline เพิ่มสูงขึ้น โดยพบสูงขึ้น 48 ซม. หลังการออกกำลังกาย นอกจากนั้นยังสัมพันธ์กับกล้ามเนื้อที่เจ็บปวดด้วย ดังนั้นจึงเสนอแนะว่าการทำอันตรายต่อเนื้อเยื่อเกี่ยวพันที่อยู่ในกล้ามเนื้อหรืออยู่รอบกล้ามเนื้อ รวมทั้งการไม่สมดุลของ Metabolism ของเนื้อเยื่อเกี่ยวพันเป็นต้น

จากทฤษฎีที่กล่าวมาข้างต้นที่กล่าวมาไม่สามารถนำทฤษฎีใดเพียงทฤษฎีหนึ่งมาอธิบายถึงสาเหตุการเกิดอาการปวดกล้ามเนื้อที่เกิดช้าหลังการออกกำลังกายได้อย่างถูกต้อง จึงมีการนำทฤษฎีทั้งหมดมาสร้างเป็นแบบโครงการเกิดอาการปวดกล้ามเนื้อที่เกิดช้าหลังการออกกำลังกายดังต่อไปนี้

1. การออกกำลังกายแบบ Eccentrics contraction ทำให้เกิดความตึงตัวในกล้ามเนื้อสูงมากขึ้น ทำให้เกิดการฉีกขาดของ Z-line และ Connective tissue โดยเฉพาะบริเวณ รอยต่อระหว่างกล้ามเนื้อและเอ็น (Myotendinous junction) จากทฤษฎี Connective tissue damage และ Muscle damage

2. เกิดการฉีกขาดบริเวณ Sarcolemma ทำให้เกิดการแพร่ของแคลเซียมออกไปนอกเซลล์ ทำให้ขบวนการหายใจระดับเซลล์เพื่อการสร้างพลังงานใน Mitochondrial เกิดขึ้นช้า ระดับของแคลเซียมที่มากขึ้นจะไปกระตุ้นให้เกิดการหลั่งเอนไซน์ Calcium-dependent photolytic จากทฤษฎีการหลั่งเอนไซค์ที่เกิดจากการทำงานของกล้ามเนื้อ (The enzyme efflux theory)

3. ภายหลังการออกกำลังกายระดับของ Neutrophis มีค่าเพิ่มมากขึ้นจากทฤษฎีการอักเสบ (The inflammation theory)

4. การฉีกขาดของเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน(Connective tissue) และกล้ามเนื้อทำให้เกิดการหลั่งสาร Hydroxyproline และสาร Creatine kinase เข้าสู่กระแสเลือด หลังจากนั้น 6- 12 ชั่วโมงจะมีการเปลี่ยน Monocyte เป็น Macrophages และจะมีการเพิ่มขึ้นของ Mast cell และ Histamine จากขบวนการอักเสบ แล้วมีการเพิ่มขึ้นของ Neutrophis บริเวณที่เกิดจากบาดเจ็บ จากทฤษฎีการอักเสบ (The inflammation theory)

5. จำนวนของ Monocyte และ Macrophages จะเพิ่มจำนวนมากที่สุดช่วง 48 ชั่วโมงหลังการออกกำลังกาย Macrophages จะมีการหลั่งสาร Prostaglandin E2 (PGE2) ซึ่งจะไปกระตุ้นตัวรับความรู้สึกเจ็บปวด จากทฤษฎีการอักเสบ (The inflammation theory)

6. การเพิ่มมากขึ้นของ Histamine, Potassiaum และ Kinin จากการทำงานของ Phagocytosis และ Necrosis ทำให้ความดันภายในเนื้อเยื่อเพิ่มมากขึ้นจากอาการบวม อุณหภูมิบริเวณที่บาดเจ็บเพิ่มสูงขึ้นทำให้เกิดกระตุ้นตัวรับความรู้สึกบริเวณกล้ามเนื้อและ Musculotendinous junction จากทฤษฎีการอักเสบ (The inflammation theory)

7. ความดันในเนื้อเยื่อมีค่าเพิ่มขึ้นทำให้ไปกระตุ้นตัวรับความรู้สึก ทำให้เกิดอาการปวดระบมเพิ่มขึ้น

อาการแสดงของอาการปวดกล้ามเนื้อที่เกิดช้าหลังการออกกำลังกาย (Connolly , 2003)

อาการแสดงของอาการปวดกล้ามเนื้อที่เกิดช้าหลังการออกกำลังกายได้แก่ กล้ามเนื้อมีกำลังลดลง มีอาการปวดและจุดกดเจ็บในกล้ามเนื้อ อาการบวมและมีความลำบากในการเคลื่อนไหว วิธีในการตรวจประเมินการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อตารางในตารางที่ 2 จากการศึกษาอาการแสดงของอาการปวดกล้ามเนื้อที่เกิดช้าหลังการออกกำลังกายที่ผ่านมาพบว่าภายหลังการออกกำลังกายกำลังกล้ามเนื้อจะลดลงทันทีหรือภายใน 48 ชั่วโมงและกลับสู่ภาวะปกติภายในระยะเวลา 5 วันหลังการออกกำลังกาย อาการปวดและจุดกดเจ็บจะแสดงอาการมากที่สุดหลังการออกกำลังกาย 1- 3 วันและอาการจะหายไปภายใน7 วันหลังการออกกำลังกาย ส่วนอาการเคลื่อนไหวลำบากและอาการบวมจะปรากฏอาการมากที่สุด 3-4 วันหลังออกกำลังกายและกลับสู่ภาวะปกติในวันที่ 10 หลังออกกำลังกาย

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

ตาราง 2 แสดงการเปรียบเทียบวิธีการตรวจประเมินการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อ

Index	Damage Information	Cost	Difficulty Of measure	Reliability	Comments
Biopsy	Local	High	High	High	Best indicator
Strength	Local	Low	Low	Medium	
Pain	Central	Low	Low	Medium-high	High subjective
Tenderness	Local	Low	Low	Medium	
Stiffness	Local	Low	Low	Medium-high	High subjective
Swelling	Local	Low	Low	Medium-high	
Creatine kinase	Central	Low	Low	Low	
Lactate dehydrogenase	Central	Low	Low	Low	High inter and intraindividual variation
Glutamin oxaloacetic transaminase	Central	Low	Low	Low	High inter and intraindividual variation
					High inter and intraindividual variation

ที่มา Connolly และคณะ 2003

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
ห้องสมุดงานวิจัย
วันที่ 30 มิ.ย. 2554
เลขทะเบียน 242716
เลขเรียกหนังสือ

การรักษาอาการปวดกล้ามเนื้อที่เกิดภายหลังการออกกำลังกาย

การรักษาอาการปวดกล้ามเนื้อที่เกิดช้าหลังการออกกำลังกายมีหลากหลายวิธีได้แก่ การออกกำลังกายระดับเบาเพื่อเพิ่มการไหลเวียนโลหิตและช่วยเร่งการซ่อมแซมเนื้อเยื่อ (Bout exercise) การฝังเข็ม (Acupuncture) การนวด (Massage) การรักษาทางกายภาพบำบัด เช่น อัลตราซาวนด์, การรักษาด้วยความเย็นหรือความร้อนและธาราบำบัด (Hydrotherapy) เป็นต้น ในปัจจุบันยังไม่สามารถสรุปได้ว่าวิธีการใดที่ได้ผลดีที่สุดในการรักษา

Herbert และ คณะ 2007 ทำการศึกษาผลของการยืดกล้ามเนื้อในการป้องกันหรือรักษาอาการปวดกล้ามเนื้อที่เกิดช้าหลังการออกกำลังกาย ในนักกีฬาฟุตบอลจำนวน 3 กลุ่ม โดยกลุ่มที่หนึ่งทำการยืดกล้ามเนื้อก่อนการออกกำลังกาย กลุ่มที่สองทำการยืดกล้ามเนื้อหลังการออกกำลังกายและกลุ่มที่สามทำการยืดกล้ามเนื้อทั้งก่อนและหลังการออกกำลังกาย จากการศึกษาพบว่าการยืดกล้ามเนื้อทั้งสามวิธีไม่สามารถลดอาการปวดที่เกิดช้าหลังการออกกำลังกายได้

Lin และ คณะ, 1999 ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลของการฝังเข็ม (Acupuncture) ต่ออาการปวดกล้ามเนื้อที่เกิดช้าหลังการออกกำลังกาย และระดับ Creatine Kinase (CK) ภายหลังการออกกำลังกายในกลุ่มชายจำนวน 20 คน จากการศึกษาพบว่าอาการแสดงของอาการปวดกล้ามเนื้อที่เกิดช้าหลังการออกกำลังกายในกลุ่มที่ได้รับการฝังเข็มน้อยกว่ากลุ่มที่ไม่ได้รับการฝังเข็มภายหลังการออกกำลังกาย 72 ชั่วโมงแต่เมื่อเปรียบเทียบระดับ CK ในทั้งสองกลุ่มพบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

Vaile และ คณะ, 2007 ทำการศึกษาผลของการแช่น้ำทันทีในการลดอาการปวดกล้ามเนื้อที่เกิดช้าหลังการออกกำลังกายภายหลังการออกกำลังกายแบบ Leg press protocol ในกลุ่มที่แช่น้ำเย็น กลุ่มที่แช่น้ำอุ่นและกลุ่มที่แช่น้ำอุ่นสลับน้ำเย็นพบว่า ผู้เข้าร่วมการทดลองกลุ่มที่แช่น้ำเย็นและน้ำอุ่นสลับน้ำเย็น มีอาการแสดงของอาการปวดกล้ามเนื้อที่เกิดช้าหลังการออกกำลังกาย อาการบวมลดลงและมีกำลังกล้ามเนื้อมากกว่ากลุ่มที่แช่น้ำอุ่น

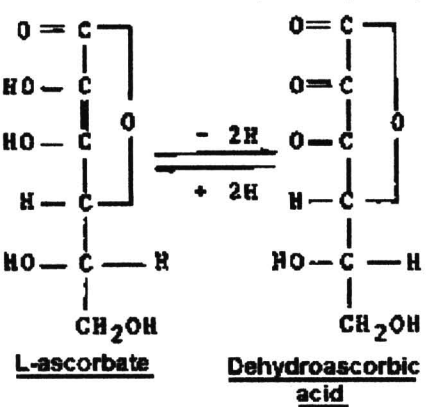
ปริญญา, 2546 ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลการรักษาระหว่างอัลตราซาวน์และการออกกำลังด้วยการปั่นจักรยานในการลดอาการปวดที่เกิดช้าหลังการออกกำลังกายในผู้ชายสุขภาพดีจำนวนสามกลุ่ม ได้แก่ กลุ่มควบคุมไม่ได้รับการรักษาใดๆ กลุ่มที่รักษาด้วยอัลตราซาวน์และกลุ่มที่ออกกำลังกายด้วยการปั่นจักรยานพบว่า การรักษาด้วยอัลตราซาวน์และการออกกำลังกายด้วยจักรยานสามารถลดอาการปวดกล้ามเนื้อที่เกิดช้าหลังการออกกำลังกายได้ดีกว่ากลุ่มควบคุม

นอกจากนี้ยังนักวิจัยหลายท่านสนใจถึงวิธีการป้องกันการเกิดอาการปวดกล้ามเนื้อที่เกิดช้าหลังการออกกำลังกาย ได้มีการศึกษาถึงการป้องกันการเกิดอาการปวดกล้ามเนื้อที่เกิดช้าหลังการออกกำลังกายอย่างกว้างขวาง เช่น วิธีการการอบอุ่นร่างกาย (warm up and cool down) และการยืด

กล้ามเนื้อ(Stretching) ที่เพียงพอก่อนและหลังการออกกำลัง การใช้ความเย็นทันทีภายหลังการออกกำลังกายและการรับประทานอาหารเสริมต่างๆ (Supplementations) เช่น โปรตีน น้ำมันตับปลาชาเขียว วิตามินอี และวิตามินซี เป็นต้น

วิตามินซี

วิตามินซีมีชื่อทางเคมีว่า กรดแอสคอบิก (Ascorbic acid) มีสูตรเคมี $C_6H_8O_6$ มีลักษณะโมเลกุลคล้ายน้ำตาลกลูโคส ธรรมชาติของวิตามินซีเป็น L-Ascorbic acid มีคุณสมบัติเป็นสารที่มีฤทธิ์รีดิวส์อย่างแรง เมื่อถูกออกซิไดซ์จะกลายเป็น L-Dehydroascorbic acid วิตามินซีในร่างกายจะอยู่ในสภาพรีดิวส์ ทั้ง Ascorbic acid และ Dehydroascorbic acid มีฤทธิ์เป็นวิตามินซีเหมือนกันและสามารถเปลี่ยนไปมาระหว่างสารประกอบทั้ง 2 ชนิดได้โดยอาศัยปฏิกิริยา Oxidation – reduction ที่ใช้เอนไซม์แอสคอร์บิคออกซิเดสและกลูตาไธโอนดีฮัยโดจีเนส วิตามินซีเป็นผลึกสีขาว มีรสเปรี้ยว ละลายน้ำมีฤทธิ์เป็นกรด ถูกออกซิไดส์ได้ง่ายแม้โดยออกซิเจนในอากาศ เมื่อถูกออกซิไดส์แล้วจะเปลี่ยนเป็นไปเป็น Dehydroascorbic acid ซึ่งจะถูก Hydrolyzed ต่อไปในภาวะที่เป็นกลางหรือเป็นด่างได้ วิตามินซีสลายตัวได้ง่ายเมื่อถูกความร้อน แสงสว่าง โลหะหนักเป็นวิตามินที่สลายตัวเร็วที่สุดในจำพวกวิตามินด้วยกันโดยเฉพาะอย่างยิ่งไวต่อออกซิเจนมาก (ปฏิกิริยา Oxidation) เมื่อตั้งทิ้งไว้ในบรรยากาศที่มีทองแดงและในสิ่งแวดล้อมที่มีสภาพเป็นด่าง ร่างกายไม่สามารถสร้างวิตามินซีได้จึงจำเป็นต้องรับประทานเข้าไป (สมทรง, 2543)



ภาพ 1 แสดงออกซิเดชั่นและรีดักชั่นของ Ascorbic acid

แหล่งที่พบ

วิตามินซีส่วนมากจะมีต้นตอมาจากอาหารที่เป็นผักและผลไม้สด โดยเฉพาะพวกพืชตระกูลส้ม เช่น ส้มเขียวหวาน มะนาว อาหารจากสัตว์ที่มีวิตามินซีมากได้แก่ ตับและไข่ปลา ส่วน

ในน้ำนมมีวิตามินซีค่อนข้างน้อย อาหารที่มีวิตามินซีน้อยมากหรือไม่มีเลยได้แก่ เนื้อสัตว์ ไข่ ข้าว ขนมปังและไขมัน

การดูดซึม

การดูดซึมวิตามินซี เป็นไปได้ตั้งแต่ในปากบริเวณเยื่อบุข้างแก้ม กระเพาะอาหาร และจะดูดซึมมากที่ลำไส้เล็ก การดูดซึมในปากจะเป็นแบบ Passive diffusion ส่วนการดูดซึมในทางเดินอาหารจะเป็นไปได้เร็วและมีประสิทธิภาพถ้าระดับวิตามินซีที่ได้รับมีปริมาณต่ำ การดูดซึมจะเป็นแบบ Active-mediated transport system จนกว่าระดับวิตามินซีที่ Mucosal cell ของลำไส้จะมีความเข้มข้นเป็น 6 mmol/l การดูดซึมจะลดลง ปริมาณการรับประทานวิตามินก็มีผลต่อการดูดซึมของร่างกาย ถ้ารับปริมาณวิตามินปริมาณมากการดูดซึมจะลดลงมากขึ้นเช่น การรับประทานครั้งละ 1 - 1.5 กรัม ร่างกายสามารถดูดซึมได้ประมาณ 50 % ถ้ารับประทาน 20 มิลลิกรัม ร่างกายสามารถดูดซึมได้ 98% ในการให้วิตามินซี ที่รับประทานเข้าไปในร่างกายนั้นได้ผลเต็มที่ ร่างกายจำเป็นต้องมีวิตามินและเกลือแร่ดังต่อไปนี้คือ วิตามินบี1 บี3 บี5 บี6 บี12 กรดโฟริค และเกลือแร่ ได้แก่ สังกะสี ในเวลาเดียวกันถ้ารับประทานวิตามินซีแต่ขาดวิตามินและเกลือแร่ดังกล่าวแล้ว จะยังผลให้การดูดซึมของวิตามินซีเข้าร่างกายได้น้อยลง และส่วนที่ดูดซึมเข้าร่างกายไปได้แล้ว ยังจะทำประโยชน์ให้แก่ร่างกายได้น้อยมากด้วย เพราะว่าวิตามินและเกลือแร่ทำงานร่วมกัน ดังนั้นอาหารที่ควรรับประทานควบคู่กันไปพร้อมๆกับวิตามินซีก็ได้แก่ อาหารซึ่งมีวิตามิน บี1 บี3 บี5 บี6 กรดโฟลิค และสังกะสี ได้แก่ จมูกข้าวสาลี น้ำอ้อย เนื้อแดง ปลา ถั่วลิสง เครื่องในสัตว์ ไข่แดง เมล็ดพืช ผักสีเขียวและเมล็ดฟักทอง ซึ่งมีสังกะสีมากเป็นพิเศษ นอกจากนี้มีแคลเซียม และแมกนีเซียม ซึ่งช่วยร่างกายในการใช้วิตามินซีให้ดียิ่งขึ้น (สิริพันธุ์, 2541)

การขนส่ง

วิตามินซีจะถูกนำไปยังเนื้อเยื่อส่วนต่างๆของร่างกายทางกระแสโลหิต ร่างกายจะจัดการปรับระดับความเข้มข้นภายนอกและภายในเซลล์ให้เท่ากันอย่างรวดเร็ว เนื้อเยื่อที่มีเมตะบอลิสมสูงจะมีวิตามินซีมากเช่น ตา สมอง แต่เนื้อเยื่อที่มีวิตามินซีน้อยคือ เนื้อเยื่อเกี่ยวพันและกล้ามเนื้อ เนื้อเยื่อไขมัน ผิวหนัง เป็นต้น

วิตามินจะอยู่ในร่างกายในสภาพรีดิวส์มีสภาพออกซิไดส์น้อยกว่า 10% Half life ของวิตามินซีในผู้ใหญ่ปกติประมาณ 20 วัน ภายในร่างกายจะมีวิตามินซีประมาณ 1,500 มิลลิกรัม การใช้วิตามินซีในร่างกายเป็นไปอย่างคงที่ ประมาณวันละ 0.2 มก.กก$^{-1}$ น้ำหนักตัวไม่รวมไขมัน ดังนั้น ถ้ามีน้ำหนักตัว 70 กิโลกรัม (Lean body mass) ร่างกายจะมีความต้องการวิตามินซีเพียง 14

มิลลิกรัมในการรักษาดุลของวิตามินซีในร่างกาย เมื่อปริมาณวิตามินซีในร่างกายลดลงเหลือน้อยกว่า 300 มก. จะปรากฏอาการขาดวิตามินซี ถ้าได้รับวิตามินซีเข้าไปจนเกินปริมาณ 300 มก. อาการต่าง ๆ จะหายไป

ไตทำหน้าที่ควบคุมระดับวิตามินซีในเลือด วิตามินซีส่วนที่มากเกินพอจะถูกขับออกจากร่างกายทางปัสสาวะในรูปกรดแอสคอร์บิกและรูปเมแทอไลต์ ความสามารถของร่างกายจะดูดซึมได้ลดลงเมื่อร่างกายอยู่ในภาวะเครียด ไข้สูง ได้รับยาปฏิชีวนะมาก สูบบุหรี่ หรือกินยาแก้ปวด

หน้าที่ของวิตามินซี

วิตามินซีเป็นสารที่มีพลังรีดิวส์สูง มีฤทธิ์เป็น Antioxidant ที่มีผลต่อ Redoxpotential ของร่างกาย อณุของวิตามินเองสามารถให้อิเลคตรอนได้ 1 ถึง 2 อิเลคตรอน จึงทำให้วิตามินซีมีบทบาทที่สำคัญหลายประการได้แก่

1. **Free-radical scavenger**

เมื่อ Ascorbic acid ถูกออกซิไดส์เป็น Dehydroascorbic acid และเป็น Ascorbate Free-radical ที่เรียกว่า Monodehydroascorbic acid สารตัวนี้แม้เป็น Free radical แต่ไม่มีอันตรายต่อเซลล์เพราะไปทำหน้าที่เป็น Antioxidant ให้แก่ร่างกายเพื่อไปทำลาย Free radical ที่เกิดจากออกซิเจนที่มาเป็นอันตรายต่อผนังเซลล์ Ascorbic acid ทำปฏิกิริยากับ Free radical ต่างดังนี้

$$\text{Ascorbate} + \overline{HO^{\cdot}} \longrightarrow \text{semidehydroascorbate} + H_2O$$

$$\text{Ascorbate} + \overline{H_2O_2} \longrightarrow \text{dehydroascorbate} + 2\,H_2O$$

ในบรรดาอนุมูลอิสระที่เกิดขึ้นในร่างกายจะเป็นตัวกลางให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นขึ้นในชีวโมเลกุล เซลล์เม็มเบรน (Cell membrane) ตลอดจนเนื้อเยื่อของสิ่งมีชีวิต ซึ่งจะเชื่อมโยงให้เกิดพยาธิสภาพต่างๆ ขึ้นในร่างกาย วิตามินซีจะทำหน้าที่เป็น Antioxidant โดยการไปหยุดยั้งอนุมูลอิสระให้เบาบางลงหรือหมดไป นอกจากนี้วิตามินซียังทำปฏิกิริยาทางอ้อมในการป้องกันการสลายตัวของไขมันในเยื่อบุเซลล์โดยการช่วยสังเคราะห์วิตามินอีที่ติดกับผนังเซลล์ขึ้นมาใหม่และวิตามินซียังสามารถสร้างคอลลาเจนทำหน้าที่เหมือนเป็นตาข่ายป้องกันเซลล์ทำให้ป้องกันการเกิดมะเร็งได้ วิตามินซีที่มีสารประเภทไบโอเฟลวานอยด์ (Bioflavanild) เป็นการเพิ่มฤทธิ์ในการเป็นสารต้านอุมูลอิสระได้ดีขึ้น

2. โคแฟคเตอร์ (Cofactor)

วิตามินซีจะทำหน้าที่เป็นโคแฟคเตอร์ของเอนไซน์ Oxygenase ปฏิกิริยาที่ใช้ในเอนไซน์นี้จะต้องมี Molecular oxygen, Forrous ion, Cuprous ion อยู่ด้วย โดยจะมีบทบาทใดบทบาทหนึ่งจากการเป็นสารที่ให้อิเล็คตรอนที่จะไปรีดิวส์ออกซิเจนหรือเป็นสารที่คอยป้องกันให้ Forrous ion หรือ Cuprous ion ให้อยู่ในสภาพรีดิวส์ตลอดเวลา

2.1 วิตามินซีกับการสังเคราะห์คอลลาเจน

การสังเคราะห์คอลลาเจนต้องอาศัยเอนไซน์ Prolyl และ Lysyl hydroxylases ที่มี Ascorbic acid และ Cupric ion เป็นโคแฟคเตอร์ เพื่อเปลี่ยน Praline และ Lysine ไปเป็น Hydroxyproline และ Hydroxylysine ตามลำดับ เพื่อให้ได้สารที่จำเป็นในการที่จะรวมกันเป็น Triple-helix ที่ fibroblast ก่อนจะนำไปสังเคราะห์เป็น Toprocollagen ที่จะใช้สังเคราะห์คลอลาเจนต่อไป แต่ถ้าขาดวิตามินซีก็จะไม่มีปฏิกิริยา Hydroxylation ของ Praline และ Lysine เกิดขึ้นและไม่มีการ From triple-helix ดังนั้น Fibroblast ก็จะสังเคราะห์สารที่จะใช้เป็นสารตั้งต้นสำหรับการสังเคราะห์คลอลาเจนที่ผิดปกติเรียกว่า Protocollagen ขึ้น เมื่อนำไปสังเคราะห์เป็นคลอลาเจนก็จะมี Half life สั้นกว่าปกติ มีผลทำให้ Basement membrane ของผิวหนัง เนื้อเยื่อเกี่ยวพัน เส้นเลือดฝอย ตลอดจนสารพื้นฐานในการสร้างกระดูก (Bone matrix) ซึ่งประกอบด้วยคลอลาเจนมีความผิดปกติไปหมด ถ้ามีบาดแผลจะทำให้บาดแผลหายช้าเพราะการสร้างเนื้อเยื่อเกี่ยวพันที่แผลไม่ปรกติ นอกจากนี้วิตามินซียังช่วยในการเร่งให้แผลหายเร็วขึ้นโดยเฉพาะแผลที่ถูกไฟไหม้น้ำร้อนลวก ซ่อมกระดูกที่สึกหรอหรือแตกร้าว กระดูกหัก บำรุงกระดูกและเสริมสร้างความหนาแน่นของกระดูกช่วยบำรุงรักษาผิว วิตามินซีช่วยในการสร้างเซลล์ผิวหนังใหม่ๆ ป้องกันการเกิดภาวะริ้วรอยก่อนวัยช่วยต้านการเกิดเม็ดสีเมลานินซึ่งเป็นต้นเหตุของการเกิดฝ้าช่วยในกระบวนการการรักษาแผลและช่วยในการสร้างสารในหลอดเลือดฝอยที่ทำหน้าที่ป้องกันการฟกช้ำดำเขียวหรือเลือดออกใต้ผิวหนังทำให้ผนังเส้นเลือดแข็งแรงการขาดวิตามินซีเป็นเหตุให้มีการเปราะแตกง่ายของผนังเส้นเลือดทำให้เลือดออกง่าย

2.2 วิตามินซีกับการทำหน้าที่ของ Mixed function oxygenase (MFO)

เมื่อสิ่งแปลกปลอมต่างๆเข้าสู่ร่างกายแล้ว ร่างกายจะทำการเปลี่ยนแปลงไปเป็นสารที่ร่างกายต้องขับออกโดยอาศัยเอนไซน์ MFO ที่พบในเซลล์ตับ เมื่อร่างกายขาดวิตามินซีก็จะทำให้เอนไซน์ MFO ทำหน้าที่ไม่ได้ดี และในการสลาย Cholesterol ต้องใช้เอนไซน์ MFO เป็นส่วนประกอบ ดั้งนั้นวิตามินซีจึงมีบทบาทในการสลาย Cholesterol ด้วย

3. สารที่มีบทบาทในการรีดิวส์

3.1 การดูดซึมและเมตะบอลิสมของเหล็ก

ธาตุเหล็กที่ได้จากพืช ได้แก่ Non-heme iron ที่ร่างกายดูดซึมไปใช้ได้น้อยกว่าเหล็กที่ได้จากสัตว์ที่เป็น Heme iron ซึ่ง Ascorbic acid เป็นสารที่ช่วยเพิ่มการดูดซึมเหล็กจาก Non-heme iron โดยมีบทบาทเป็นสาร Reducing agent มีคุณสมบัติเป็น Chelating ที่จะจับกับธาตุเหล็กช่วยเพิ่มการดูดซึมให้ดีขึ้นด้วย วิตามินซีมีส่วนเกี่ยวข้องในการขนส่งเหล็กที่เก็บสะสมอยู่ในตับและตามอวัยวะต่างๆ ออกสู่กระแสเลือด ในคนที่ขาดวิตามินซีพบว่ามีการสะสมเหล็กตามเนื้อเยื่อต่างๆ

3.2 Activation of folic acid

วิตามินซีมีบทบาทช่วยในการทำหน้าที่ของเอนไซน์ Folate reductase และรักษาสภาพของกรดโฟลิคใหอยู่ในรูป Active form ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นในการขาดวิตามินซีจะทำให้เอนไซน์ Folate reductase ทำหน้าที่ไม่สมบูรณ์ ส่งผลให้ Active from ของกรดโฟลิคลงน้อยลง ทำให้กรดโฟลิคเสียบทบาทและหน้าที่ในการเอนไซน์ Folate reductase ทำงาน

3.3 Cyclic nucleotide

วิตามินซีมีความจำเป็นในการสังเคราะห์ Noradrenaline และ Cyclic AMP (cAMP) จาก ATP ตามปกติ Adrenaline ที่สังเคราะห์ขึ้นมาแล้วจะถูกออกซิไดส์ไปเป็น Oxidize adrenaline แต่วิตามินซีทำหน้าที่ในการยับยั้งปฏิกิริยาดังกล่าวทำให้ Adrenaline อยู่ในสภาพรีดิวส์และไปกระตุ้นเอนไซน์ Adenyl cyclase เปลี่ยน ATP ไปเป็น cAMP และยังช่วยป้องกันการสลาย cAMP ในเนื้อเยื่อ

3.4 Nitrite scavenger

อาหารที่มีไนเตรตภายหลังการดูดซึมเข้าสู่ลำไส้แล้วจะผ่านไปยังลำไส้ใหญ่และถูกจุลินทรีย์ที่อยู่ภายในนั้นสลายเป็น Nitrite และเมื่อถูกดูดซึมเข้ากระแสเลือดจนถึงบริเวณกระเพาะอาหารจะเปลี่ยนเป็น Nitroso compounds ซึ่งเป็นสารพิษต่อตับและเป็นสารก่อมะเร็ง วิตามินซีมีบทบาทเป็น Nitrite scavenger และไปขัดขวางการเกิด Nitrosamines ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากวิตามินซีสามารถจับกับ Nitrite เป็น Vitamin C-nitrite ที่มีปฏิกิริยาเร็วกว่า Amene-nitrite มาก จากนั้น Vitamin reduced nitrite จะถูกออกซิไดส์ไปเป็น Dehydroascorbic acid และจะไปยับยั้งการรวมตัวของ Nitrite กับ Amine

4. Immune function

วิตามินซีมีส่วนเกี่ยวข้องกับการทำหน้าที่ของ Immune ในร่างกายได้หลายทางเช่น ไปกระตุ้นร่างกายสร้าง Interferons ซึ่งเป็นโปรตีนที่จะไปต่อต้านเชื้อไวรัสที่ทำให้เกิดโรค โดยเฉพาะในระบบทางเดินหายใจ วิตามินซีช่วยในยับยั้งและต้านโรคติดเชื้อแบคทีเรียและไวรัส ช่วยรักษาผิวเม็ดเลือดขาวไม่ให้ถูกทำลายทำให้เม็ดเลือดขาวเคลื่อนตัวไปยังเชื้อโรคได้อย่างรวดเร็วและเป็นตัวกระตุ้นในการทำลายเชื้อโรค การนอกจากนี้ยังช่วยลดการแพ้ต่างๆ รวมทั้งโรคภูมิแพ้โดยการยับยั้งสาร Histamine ซึ่งเป็นสารที่ร่างกายสร้างขึ้นถ้ามีปริมาณมากเกินไปจะทำให้เลือดซึมผ่านผนังเส้นเลือดฝอยมามาก ทำให้ผิวหนังบวมแดงมีอาการระคายเคืองตามระบบหายใจทำให้จามมีน้ำมูกไหล ช่วยบรรเทาความรุนแรงและระยะเวลาของการเป็นโรคหวัด

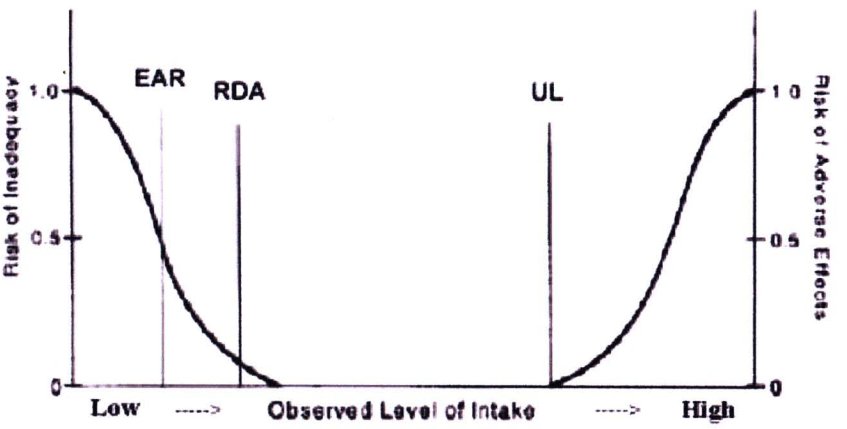
ปริมาณวิตามินซีที่ร่างกายต้องการ

วิตามินซีมีความสำคัญต่อมนุษย์และร่างกายมนุษย์ไม่สามารถสังเคราะห์วิตามินซีจากกลูโคสได้ ดังนั้นทุกคนจึงต้องรับประทานอาหารที่มีวิตามินซีอยู่เสมอ ปริมาณวิตามินซีที่ร่างกายต้องการในแต่ละวัยจะแตกต่างกันไป กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุขได้กำหนดถึงปริมาณสารอาหารที่ร่างกายต้องการเพื่อสามารถดำรงชีวิตอยู่อย่างปกติสุข (Recommended dietary allowances: RDA) โดยแบ่งกลุ่มคนไทยเป็นกลุ่มตามอายุและเพศดังนี้

ตาราง 3 แสดงค่าปริมาณวิตามินซีที่ร่างกายต้องการต่อวัน

ปริมาณวิตามินซีที่ร่างกายต้องการต่อวัน Recommended dietary allowances: RDA	
ทารก	35 มิลลิกรัม
เด็กเล็ก (1-9 ปี)	40 มิลลิกรัม
เด็กโต (10-12 ปี)	50 มิลลิกรัม
ผู้ใหญ่	60 มิลลิกรัม
หญิงมีครรภ์	70 มิลลิกรัม
หญิงระยะให้นมบุตร	95 มิลลิกรัม
ผู้สูบบุหรี่	100 มิลลิกรัม

แต่ถ้าได้รับสารอาหารปริมาณมากกว่าที่ร่างกายต้องการมากขึ้นเรื่อยๆ จนถึงจุดหนึ่งที่เริ่มมีโอกาสเกิดความผิดปกติขึ้นกับร่างกายอีกเพราะได้รับสารอาหารนั้นมากไป จุดนั้นคือ UL (Safe หรือ Tolerable Upper Level)



ภาพ 2 แสดงภาวะสารอาหารที่ร่างกายต้องการเพื่อสามารถดำรงชีวิตอยู่อย่างปกติสุข (Recommended dietary allowances :RDA)

ในสภาวะปกติคนอายุ 19 ปีขึ้นไปปริมาณวิตามินซีที่ RDA แนะนำให้รับประทาน คือ 60 มิลลิกรัมต่อวันและสามารถรับประทานปริมาณสูงสุดถึง (Upper Level) 2,000 มิลลิกรัมต่อวันโดยไม่เกิดอันตรายต่อร่างกาย (ภาคผนวก ก)

ผลของการขาดวิตามินซี

โดยปกติการขาดวิตามินซีมักก่อให้เกิดโรคเลือดออกตามไรฟันหรือลักปิดลักเปิด(Scurvy) นอกจากนี้การขาดวิตามินซียังก่อให้เกิดโรคอื่นๆตามมา โดยสามารถแบ่งเป็นลักษณะกว้างๆดังนี้

1. ผู้ที่ขาดวิตามินซีมักมีอาการอ่อนเพลีย เบื่ออาหาร ปวดตามข้อต่อของร่างกาย เลือดออกตามไรฟัน เจ็บกระดูก

2. แผลหายช้า เนื่องจากวิตามินซีทำหน้าที่ต่อต้านการอักเสบและช่วยซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอของร่างกาย การได้รับวิตามินซีไม่เพียงพอจะทำให้เส้นเลือดในร่างกายอ่อนแอ และทำให้บาดแผลที่เกิดขึ้นตามส่วนต่างๆ ของร่างกายหายช้ากว่าปกติ

3. เป็นโรคติดเชื้อได้ง่าย คุณสมบัติของวิตามินซี คือ เป็นตัวต่อต้านสารก่อมะเร็งและช่วยควบคุมระบบภูมิคุ้มกัน ถ้าร่างกายขาดวิตามินซีจะส่งผลให้ระบบภูมิคุ้มกันในร่างกายลดต่ำลง และทำให้ติดเชื้อไวรัสและแบคทีเรียได้ง่าย

4. เป็นโรคลักปิดลักเปิด ในกรณีของเด็กหรือผู้สูงอายุที่ได้รับวิตามินซีน้อยกว่าวันละ 10 มิลลิกรัม อาจทำให้เป็นโรคลักปิดลักเปิดได้ หากร่างกายขาดวิตามินซีมากเกินอาจทำให้มีลูกยาก เป็นโรคโลหิตจางและมีภาวะความผิดปกติทางจิตได้

ผลของการได้รับวิตามินซีมากไป

การที่ร่างกายได้รับวิตามินซีในปริมาณสูงเกินความต้องการของร่างกายติดต่อกันเป็นระยะเวลานานๆ จะเกิดผลเสียมากกว่าผลดี แม้ว่าวิตามินซีสามารถละลายน้ำได้ดีและสามารถขับส่วนเกินทางปัสสาวะได้ก็ตาม ผลของการได้รับวิตามินซีมากไปได้แก่

1. เกาต์ เนื่องจากวิตามินซีมีหน้าที่ในการช่วยเพิ่มการดูดซึมธาตุเหล็กในร่างกาย การรับวิตามินซีในปริมาณมากจะทำให้เกิดปัญหาการสะสมธาตุเหล็กตามกระดูกข้อต่อต่างๆ มากขึ้น และอาจทำให้เกิดโรคเกาต์ได้ในที่สุด

2. นิ่วในไต การได้รับวิตามินซีมากเกินไปอาจไปรบกวนการดูดซึมของทองแดงและซีลีเนียม ซึ่งส่งผลให้มีอัตราเสี่ยงต่อการเกิดนิ่วในไต หากได้รับวิตามินซีเกินวันละ 10,000 มิลลิกรัม อาจทำให้ท้องเสีย ท้องอืด ท้องเฟ้อ

การประเมินภาวะวิตามินซี

วิธีการประเมินวิตามินซีในร่างกายยังค่อนข้างมีจำกัด เมื่อเทียบกับวิตามินชนิดอื่นๆ วิธีที่ใช้กันมากในขณะนี้คือ การวัดปริมาณวิตามินซีในซีรัม หรือพลาสมา และในเม็ดเลือดขาว การปริมาณวิตามินซีในพลาสมาวิธีดังเดิมคือวิธีการใช้ Spectrophotometer หรือ Fluorometer ในปัจจุบันนี้มีเทคนิคในการวิเคราะห์ใหม่ ให้เลือกใช้ได้คือ High performance liquid chromatography ที่สามารถวิเคราะห์ได้ทั้งวิตามินซี Ascorbic acid และ Dehydroascorbic acid ซึ่งเป็น Oxidized form

ระดับวิตามินซีในพลาสมาหรือซีรัมในช่วง 11 – 23 mmol/l หรือ 0.2 – 0.4 mg/dl จะเป็นค่าที่บอกถึงภาวะที่ค้ำกึ่งของวิตามินซี คือ มีปัจจัยเสี่ยงปานกลางที่จะทำให้เกิดอาการทางคลินิกได้

ทั้งนี้ก็เนื่องมาจากได้รับวิตามินซีจากอาหารน้อยหรือวิตามินในร่างกายที่สะสมอยู่ในร่างกายมีน้อยลง ระดับที่ต่ำกว่า 11 mmol/l จะถือว่าขาดวิตามินซี (Frank deficiency) นักวิจัยกลุ่มอื่นๆใช้เกณฑ์ตัดสิน 28 mmol/l หรือ 0.5 mg/dl ว่าขาดวิตามินซี

การวัดปริมาณวิตามินซีในเม็ดเลือดขาว เมื่อใช้ตัวอย่างเม็ดเลือดขาวทั้งหมดเรียกว่า " Buffy coat " ผลที่ได้ไม่แน่นอน จึงทำให้การแปลผลผิดไปได้ วิธีที่ใช้ต่อมาคือวัดปริมาณวิตามินซีใน Mononuclear cell (MN) และ Polymorphonuclear cell (PMN) ซึ่ง MN จะมีวิตามินซีมากกว่า 2- 3 เท่า วิตามินซีในเม็ดเลือดขาวจะอยู่ในรูปแบบที่เป็นกรด Dehydroascorbic และการแยกเม็ดเลือดขาวให้ได้จำนวนตามความต้องการจะต้องใช้เม็ดเลือดในปริมาณมาก ประกอบกับค่าที่ได้จากการใช้วิธีต่างๆ วิเคราะห์ปริมาณวิตามินซีในเม็ดเลือดขาวยังไม่เป็นมาตรฐานเดียวกันถึงแม้ว่าจะใช้วิธีการเดียวกัน จะต้องมีการค้นหาตรวจสอบความเป็นจริงต่อไป

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การป้องกันการเกิดอาการปวดกล้ามเนื้อที่เกิดช้าหลังการออกกำลังกาย มีหลากหลายวิธี เช่น การยืดกล้ามเนื้อ การใช้ความร้อน การใช้ความเย็น รวมถึงการใช้วิตามินซีในการป้องกัน ที่ผ่านมาได้มีการศึกษาถึงประสิทธิภาพของวิตามินซีในการป้องกันอาการปวดกล้ามเนื้อที่เกิดช้าหลังการออกกำลังกาย ดังนี้

Connoll และคณะ (2006) ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลของการรับประทานวิตามิน ซี ระยะเวลา 3 วันก่อนการออกกำลังกายและ 5 วันหลังการออกกำลัง ในผู้เข้าร่วมการทดลอง 24 คน โดยแบ่งผู้เข้าร่วมการทดลองเป็นสองกลุ่ม กลุ่มที่ได้รับวิตามินซี ปริมาณ 3,000 มิลลิกรัมต่อวัน และกลุ่มควบคุมจะได้รับ Glucose ปริมาณ 150 มิลลิกรัมต่อวัน ผู้เข้าร่วมการทดลองทุกคนจะได้ออกกำลังกายแบบ Eccentric contraction จำนวน 20 ครั้ง/รอบ จำนวน 2 รอบในกล้ามเนื้อที่ทำหน้าที่ในการงอศอก จากการศึกษาพบว่าภายหลังการออกกำลังกายทั้งสองกลุ่มมีค่ากำลังกล้ามเนื้อลดลง มีจุดกดเจ็บบริเวณกล้ามเนื้อ มุมการเคลื่อนไหวในการงอศอกลดลงและมีระดับรับรู้ความเจ็บปวดมากขึ้น แต่เมื่อเปรียบเทียบผลการทดลองระหว่างกลุ่มที่รับประทานวิตามินซีและกลุ่มควบคุมพบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

Thompson และคณะ (2003) ทำการศึกษาผลของวิตามินซีต่อการบาดเจ็บของเนื้อเยื่อภายหลังการออกกำลังกายแบบ Intermittent shuttle-running test นาน 90 นาที ในกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองที่ได้รับวิตามินซี ปริมาณ 1 กรัมสองชั่วโมงก่อนการออกกำลังกาย จากการศึกษาพบว่าปริมาณวิตามินซีในกระแสเลือดมีค่าเพิ่มมากขึ้นภายหลังการออกกำลังกายและค่า Creatine kinase และ Aspartate aminotransferase และ Malondialdehyde ในกระแสเลือดทั้งสองกลุ่มมีค่าเพิ่มมาก

ภายหลังการออกกำลังกายแต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ แสดงถึงวิตามินซีไม่มีผลระยะสั้นในการป้องกันการบาดเจ็บของเนื้อเยื่อ

Thompson และคณะ (2004) ทำการศึกษาผลของการใช้วิตามินซีระยะยาวในการลดการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อภายหลังการออกกำลังกายแบบ Eccentric contraction ในกลุ่มชายจำนวน 16 คนแบ่งเป็นกลุ่มการทดลอง 8 คนและกลุ่มควบคุม 8 คน โดยที่กลุ่มทดลองจะได้รับวิตามินซีปริมาณ 200 มิลลิกรัมต่อวัน จำนวน 14 วันก่อนการออกกำลังกายและ 3 วันหลังการออกกำลังกาย กลุ่มควบคุมจะได้รับ Lactose จำนวน 200 มิลลิกรัมต่อวันระยะเวลาเหมือนกลุ่มทดลอง และผู้เข้าร่วมการทดลองทั้งสองกลุ่มจะได้ออกกำลังกายโดยการการวิ่ง Downhill ความชัน 18 องศา เป็นเวลา 30 นาที ผลการศึกษาพบว่า ปริมาณวิตามินซีในกระแสเลือดของกลุ่มควบคุมมีค่าเพิ่มมากขึ้นและภายหลังการออกกำลังกายค่า Creatinine kinase และ Myoglobin concentration มีค่าเพิ่มมากขึ้นในทั้งสองกลุ่มและไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

Close GI และคณะ (2006) ทำการศึกษาผลของวิตามินซีต่ออาการแสดงของอาการปวดกล้ามเนื้อที่เกิดช้าและปริมาณ Malonaldehyde และ Glutathione ภายหลังการวิ่งลงทางลาดชันในสองกลุ่มการทดลอง โดยกลุ่มควบคุมที่ได้รับ Placebo วิตามินซีและกลุ่มทดลองที่รับวิตามินซีปริมาณ 1 กรัม ก่อนการออกกำลังกาย 2 ชั่วโมงและ 14 วันหลังการออกกำลังกายและทำการตรวจเลือดทดสอบเพื่อหาปริมาณวิตามินซี Malonaldehyde และ Glutathione ก่อนรับประทานวิตามินซีก่อนการออกกำลังและหลังการออกกำลัง 1, 2, 3, 4, 7 และ 14 วัน และประเมินอาการปวดกล้ามเนื้อภายหลังการออกกำลังกายด้วย Visual anologue scale และ Pressure algometer และการทำงานของกล้ามเนื้อด้วยเครื่อง Isokinetic dynamometer จากการศึกษาพบว่าภายหลังการออกกำลังกายกลุ่มทดลองมีค่าวิตามินซีในกระแสเลือดมากกว่ากลุ่มควบคุม การออกกำลังกายโดยการวิ่งลงทางลาดชันสามารถกระตุ้นให้เกิดอาการปวดปวดกล้ามเนื้อที่เกิดช้าภายหลังการออกกำลังกายได้ในทั้งสองกลุ่ม ค่า Malonaldehyde จะเพิ่มมากขึ้นในวันที่ 4 หลังการออกกำลังกายในกลุ่มควบคุมเท่านั้น วิตามินซีทำให้การเกิด ROS น้อยกว่ากลุ่มควบคุมภายหลังการออกกำลังกายแบบ Down hill อาจทำให้การเกิดการยับยั้งการฟื้นตัวจากการบาดเจ็บ

Nie และ Lin (2004) ทำการศึกษาผลของวิตามินซีต่อการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อภายหลังการออกกำลังแบบ Eccentric contraction ในกลุ่มนักกีฬาจำนวน 16 คน โดยแบ่งผู้เข้าร่วมวิจัยเป็นสองกลุ่ม กลุ่มทดลองจะได้รับ วิตามินปริมาณ 800 มิลลิกรัม 3 ชั่วโมงก่อนการออกกำลังกายและ 21 ชั่วโมงหลังการออกกำลังกาย กลุ่มควบคุมจะได้รับวิตามินหลอก ผู้เข้าร่วมวิจัยทุกคนจะออกกำลังกายโดยทำ Full-squat jump 15 ครั้ง/รอบและ Half-squat jump พร้อมกับถ่วงน้ำหนัก 10 กิโลกรัมที่เอว 30 ครั้ง/รอบจำนวน 10 รอบ ผู้เข้าร่วมการทดลองทุกคนจะถูกเจาะเลือดเพื่อตรวจหา

Creatine kinase และ Malonaldehyde และปริมาณวิตามินซีในกระแสเลือดช่วงก่อนการออกกำลังกายและหลังการออกกำลังกาย 24 และ 48 ชั่วโมง จากการศึกษาพบว่าหลังการออกกำลังกาย 24และ 48 ชั่วโมงกลุ่มที่รับประทานวิตามินซีมีระดับวิตามินซีในกระแสเลือดมากขึ้น ค่า Creatine kinase หลังการออกกำลังกายเพิ่มมากขึ้นภายหลังการออกกำลังกาย 24 ชั่วโมงและพบว่ากลุ่มควบคุมจะมีค่า Creatine kinase เพิ่มมากกว่ากลุ่มที่รับประทานวิตามินซี และค่า Malonaldehyde ในทั้งสองกลุ่มไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

Rahmani-nia และ Ebrahim (2008) ทำการศึกษาผลของวิตามินซีต่ออาการปวดกล้ามเนื้อที่เกิดช้าหลังการออกกำลังกาย ในอาสาสมัครหญิงจำนวน 37 คน แบ่งอาสาสมัครเป็น 4 กลุ่มการทดลอง กลุ่มที่รับประทานวิตามินซี 100 มิลลิกรัม กลุ่มที่รับประทานวิตามินซี 200 มิลิกรัม และกลุ่มที่ได้รับกูโคส 100 มิลลิกรัมและกลุ่มควบคุม โดยอาสาสมัครจะไดรับวิตามินซี 1 ชั่วโมงก่อนการออกกำลังกายและ 47 ชั่วโมงหลังการออกกำลังกายแบบ Eccentrics contraction ในกล้ามเนื้อ Triceps ของแขนข้างไม่ถนัด จำนวน 70 ครั้งและผู้เข้าร่วมการทดลองทุกคนจะได้รับการประเมินอาการปวดกล้ามเนื้อ แรงหดตัวสูงสุด มุมการเคลื่อนไหวของข้อศอกและระดับ Creatine kinase ในกระแสเลือดที่ 1 ชั่วโมงก่อนการออกกำลังกายและหลังการออกกำลังกายชั่วโมงที่ 1, 24 และ 48 จากการทดลองพบว่า ผู้เข้าร่วมการทดลองทุกคนมีอาการปวดกล้ามเนื้อภายหลังการออกกำลังกายจากความแข็งแรงกล้ามเนื้อและมุมการเคลื่อนไหวของศอกมีค่าลดลงโดยมีอาการแสดงมากที่สุดช่วง 48 หลังการออกกำลังกาย และระดับ Creatine kinase หลังการออกกำลังกายมีค่าเพิ่มมากขึ้นแต่เมื่อเปรียบเทียบอาการทั้ง 4 กลุ่มพบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ช่วงการเคลื่อนไหวของข้อศอกมีค่าลดลงหลังการออกกำลังกายแต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติระหว่างทั้ง 4 กลุ่ม วิตามินซีขนาด 100 และ 200 มิลลิกรัม ไม่มีผลต่ออาการปวดกล้ามเนื้อที่เกิดช้าหลังการออกกำลังกาย

Beyer และคณะ (2006) ทำการศึกษาผลของวิตามินซีต่ออาการปวดกล้ามเนื้อ, การทำงานของกล้ามเนื้อและอนุมูลอิสระภายหลังการออกกำลังกายแบบ Eccentric contraction ในผู้ชายจำนวน 18 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่มการทดลอง กลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองที่ได้รับวิตามินซีปริมาณ 3 กรัม 2 สัปดาห์ก่อนและ 4 วันหลังการออกกำลังกาย Eccentric contraction ในกล้ามเนื้อเหยียดศอกจำนวน 70 ครั้งพบว่า หลังการออกกำลังกายทั้งสองกลุ่มเกิดอาการปวดกล้ามเนื้อที่เกิดช้าหลังการออกกำลังกาย โดยอาการปวดกล้ามเนื้อที่เกิดช้าหลังการออกกำลังกายจะเริ่มที่ 24 ชั่วโมงหลังการออกกำลังกาย ค่ามุมการเคลื่อนไหวมีค่าลดลงภายหลังการออกกำลังกายทั้ง 2 กลุ่ม ระดับ Creatine kinase ในกลุ่มที่ออกกำลังกายเพิ่มน้อยกว่ากลุ่มควบคุม และระดับ Glutathione (Oxidize glutathione/ Total glutathione) มีค่าเพิ่มมากขึ้นในกลุ่มควบคุมแต่ไม่เปลี่ยนแปลงในกลุ่มที่รับประทานวิตามินซี จากการทดลองแสดงว่าวิตามินซี 3000 มิลลิกรัมต่อวันสามารถช่วยป้องกัน

การบาดเจ็บของกล้ามเนื้อได้ ชะลอการเกิด Creatine kinase และลดการเกิดอนุมูลอิสระภายหลังการออกกำลังกายแต่มีผลต่อการทำงานของกล้ามเนื้อน้อย

จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าวิตามินซีสามารถการป้องกันอาการปวดกล้ามเนื้อที่เกิดช้าหลังการออกกำลังกายได้เมื่อใช้ในปริมาณที่สูงเกินกว่าปริมาณสูงสุดที่ RDA กำหนดและวิตามินซีให้ผลในระยะยาวมากกว่าผลระยะสั้น แต่การรับประทานวิตามินซีที่ระดับสูงเป็นเวลานานจะส่งผลให้เกิดอัตราการดูดซึมธาตุเหล็กสูงกว่าปกติ มีการเคลื่อนย้ายแคลเซียมจากกระดูกเพิ่มมากขึ้น มีผลให้เกิดก้อนกรดยูริคเพิ่มขึ้นในปัสสาวะและเลือด ทำให้เสี่ยงต่อการเป็นโรคเก๊าท์ (Gout) และทำให้มีความเสี่ยงต่อการเป็นนิ่วในกระเพาะปัสสาวะ ดังนั้นในการศึกษานี้จึงสนใจทำการศึกษาถึงปริมาณสูงสุดของวิตามินซีที่ RDA กำหนดว่า ชายอายุ 19 ปีขึ้นไปสามารถรับได้ปริมาณ 60 - 2,000 มิลลิกรัมต่อวันโดยไม่มีอันตรายต่อร่างกาย