

หน่วยที่ 3 การควบคุมการทำงานของร่างกาย

ระบบประสาททำการควบคุมการทำงานของร่างกายโดยส่งสัญญาณผ่านเซลล์ประสาทซึ่งต่อเนื่องกันอยู่ทั่วร่างกาย ใช้ควบคุมการทำงานที่มีการตอบสนองรวดเร็ว ส่วนระบบต่อมไร้ท่อมีต่อมไร้ท่อทำหน้าที่ผลิตฮอร์โมนเข้าสู่กระแสโลหิตและส่งสัญญาณกระจายไปยังเซลล์ของอวัยวะทั่วร่างกาย เพื่อควบคุมการทำงานของอวัยวะต่างๆ ที่มีการตอบสนองช้า

การทำงานของระบบประสาท มี 2 ระบบ ได้แก่ ระบบประสาทส่วนกลาง ซึ่งประกอบด้วยสมองและไขสันหลัง อีกระบบหนึ่งคือ ระบบประสาทรอบนอก ซึ่งประกอบด้วยเส้นประสาทที่ยื่นออกจากสมองและไขสันหลัง ไปเลี้ยงอวัยวะต่างๆ ทั่วร่างกาย ระบบประสาทรอบนอกยังแบ่งเป็นระบบประสาทสั่งการที่ไปเลี้ยงผิวหนังและกล้ามเนื้อลาย และระบบประสาทอัตโนมัติที่ไปเลี้ยงอวัยวะภายในของร่างกายทั้งในช่องอกและช่องท้อง

การทำงานของอวัยวะ ความสัมพันธ์อวัยวะและระบบต่างๆ ถูกควบคุมและสื่อสารกันด้วย 2 ระบบที่สำคัญ คือ

1. ระบบประสาท (Nervous System) มีอวัยวะที่สำคัญคือ สมอง และประสาทไขสันหลัง ทำการควบคุมระบบอวัยวะอื่นๆ โดยส่งสัญญาณผ่านเซลล์ประสาทซึ่งต่อเนื่องกันอยู่ทั่วร่างกาย ระบบประสาทมักควบคุมการทำงานที่มีการตอบสนองรวดเร็ว การทำงานของเซลล์ประสาทเกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ของสารเคมีซึ่งมีประจุทำให้เกิดความต่างศักย์ของไฟฟ้า

2. ระบบต่อมไร้ท่อ (Endocrine System) มีต่อมไร้ท่อเป็นอวัยวะที่สำคัญอยู่ตามส่วนต่างๆ ของร่างกายทำหน้าที่ผลิตฮอร์โมน ซึ่งเป็นสารเคมีเข้าสู่กระแสเลือดและจะกระจายไปยังเซลล์ของอวัยวะทั่วร่างกาย ฮอร์โมนทำหน้าที่เปรียบเสมือนสัญญาณในการควบคุมการทำงานของอวัยวะต่างๆ ซึ่งมักจะควบคุมการทำงานของอวัยวะที่มีการตอบสนองช้ากว่าระบบประสาท

ประเภทของฮอร์โมน แบ่งตามลักษณะทางเคมีได้เป็น 4 ประเภท คือ

1. กลุ่มโพลีเปปไทด์ (Polypeptide) พบมากที่สุด เป็นฮอร์โมนที่มีโครงสร้างโมเลกุลประกอบด้วยสายยาวของกรดอะมิโน อาจมีลักษณะโครงสร้างโมเลกุลเป็นสายเดี่ยว เช่น ฮอร์โมนเพื่อการเจริญเติบโต อินซูลิน เป็นต้น

2. กลุ่มสเตียรอยด์ (Steroid) เป็นกลุ่มฮอร์โมนที่เปลี่ยนมาจากโคเลสเตอรอล เช่น ฮอร์โมนจากต่อมหมวกไต ส่วนนอก ฮอร์โมนจากต่อมไทรอยด์

3. กลุ่มโมโนเอมีน (Monoamine) เป็นฮอร์โมนที่มีโครงสร้างอนุพันธ์ของกรดอะมิโน เช่น ฮอร์โมนจากต่อมหมวกไตส่วนนอก

4. กลุ่มเอลโคซามอยด์ (Elcosamoid) เป็นฮอร์โมนที่มีโครงสร้างมาจากสารหลายชนิดรวมกัน เช่น โพรสเตกาแลนดิน

กลไกการทำงานของฮอร์โมนต่อเซลล์หรืออวัยวะเป้าหมายได้ 2 ทาง ดังนี้

1. การควบคุมโดยไม่เข้าไปในเซลล์ เมื่อฮอร์โมนจับกับโปรตีนตัวรับที่ผิวของเยื่อหุ้มเซลล์แล้วจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสมบัติของเยื่อหุ้มเซลล์ทำให้สารเคมีบางชนิดสามารถผ่านเข้าหรือออกจากเซลล์ได้ง่ายหรือยากขึ้น เร็วหรือช้ากว่าเมื่อไม่มีฮอร์โมน หรือไปมีผลต่อเซลล์โดยไปกระตุ้นให้เซลล์ลดหรือเพิ่มการผลิตสารเคมีบางชนิด

2. การควบคุมโดยเข้าไปในเซลล์ ฮอร์โมนสเตียรอยด์สามารถเข้าไปในเซลล์เนื่องจากละลายได้ดีในไขมันเมื่อจับกับตัวรับภายในเซลล์ได้แล้ว ตัวรับจะขนส่งฮอร์โมนเข้าสู่นิวเคลียสหรือฮอร์โมนอาจเข้าสู่นิวเคลียสโดยตรงโดยไม่ต้องอาศัยตัวรับ จากนั้นฮอร์โมนจะไปมีผลต่อการสร้างสารพันธุกรรมอาร์เอ็นเอ (RNA) เพิ่มมากขึ้น ทำให้มีการสร้างโปรตีนในเซลล์เพิ่มมากขึ้น โปรตีนเหล่านี้อาจเป็นเอนไซม์หรือโปรตีนที่เกี่ยวข้องกับสมบัติเยื่อหุ้มเซลล์

การทำงานของระบบประสาท

ระบบประสาทส่วนกลาง ประกอบด้วย สมองและไขสันหลัง สมองประกอบด้วยส่วนที่เรียกว่าเซเรบรัมทำหน้าที่ควบคุมการเคลื่อนไหวของร่างกาย เป็นศูนย์ควบคุมการพูด ศูนย์รับรู้ความรู้สึกทั่วไป เซเรเบลลัมทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของกล้ามเนื้อในการทรงตัว เมดัลลาเป็นศูนย์ควบคุมการทำงานของระบบไหลเวียนโลหิตและระบบหายใจ และเป็นศูนย์ควบคุมปฏิกิริยาสะท้อนกลับ พอนส์ทำหน้าที่ควบคุมการเคี้ยว การเคลื่อนไหวของลูกตา และกล้ามเนื้อ บริเวณใบหน้า การรับรู้การทรงตัวและการได้ยิน ทาลามัสทำหน้าที่ถ่ายทอดสัญญาณประสาทรับความรู้สึกแล้วส่งต่อไปยังเซเรบรัม ไฮโปทาลามัสทำหน้าที่รักษาสมดุลของน้ำในร่างกายและอุณหภูมิ ไขสันหลังเป็นทางนำสัญญาณประสาทและยังเป็นศูนย์ปฏิกิริยาสะท้อนกลับด้วย

บริเวณสมองส่วนเซเรบรัมของระบบประสาทส่วนกลางทำหน้าที่ ควบคุมการทำงานของร่างกาย ประกอบด้วยศูนย์ควบคุมการเคลื่อนไหวของร่างกาย ศูนย์ควบคุมการพูด ศูนย์รับรู้ความรู้สึกทั่วไป ศูนย์รับการมองเห็น และศูนย์รับการได้ยิน

ระบบประสาทรับสัมผัส ประกอบด้วย การรับสัมผัสทางผิวหนัง โดยมีเซลล์รับสัมผัสถูกกระตุ้นแล้วให้คลื่นประสาทนำสู่สมองทำหน้าที่นำคลื่นประสาทที่เกี่ยวข้องกับความรู้สึกรับสัมผัสเป็นจุดเกี่ยวกับแรงดัน การสั่นสะเทือน และตำแหน่งข้อความรู้สึกอื่น- เย็นและความเจ็บปวด สำหรับการมองเห็น การได้ยิน การได้กลิ่นและการรับรู้รสเกิดจากการกระตุ้นเซลล์รับสัมผัสที่อยู่รวมกันในตา หู จมูก และลิ้นตามลำดับ ทำให้เกิดคลื่นประสาทในเส้นประสาทสมอง ซึ่งจะถูกส่งต่อไปยังชั้นนอกของเซเรบรัมบริเวณที่เกี่ยวข้องกับความรู้สึกนั้นๆ

ความรู้สึกเจ็บปวดเกิดขึ้นได้ทั้งจากการกระตุ้นเซลล์รับสัมผัสที่กระจายตามผิวหนัง โดยอาจเป็นความรู้สึกเจ็บปวดแปลบ (Fast Pain หรือ Pricking Pain) ที่เกิดจากการกระตุ้นเส้นประสาทขนาดปานกลาง และมีแผ่นไมอีลินหุ้ม ความรู้สึกปวดตื้อๆ (Slow Pain หรือ Burning Pain) ที่เกิดจากการกระตุ้นเส้นประสาทขนาดเล็กที่ไม่มีแผ่นไมอีลินหุ้ม ส่วนความรู้สึกเจ็บปวดที่เกิดขึ้นจากอวัยวะภายใน อาจไปปรากฏบนผิวหนังของร่างกาย (Referred Pain) ได้

ระบบประสาทสั่งการ แบ่งเป็นระบบประสาทที่สั่งการระดับไขสันหลังและระดับสมอง ระบบประสาทที่สั่งการระดับไขสันหลังมีหน้าที่ควบคุมการเคลื่อนไหวของอวัยวะภายในร่างกายที่เกิดโดยอัตโนมัติ ซึ่งเป็นการเคลื่อนไหวเพื่อตอบสนองต่อสิ่งเร้าเซลล์รับสัมผัสจากส่วนใดส่วนหนึ่งของร่างกายที่เรียกว่า ปฏิกิริยาสะท้อนกลับ ส่วนระบบประสาทที่สั่งการระดับสมองจะควบคุมการเคลื่อนไหวอย่างตั้งใจตามคำสั่งที่มาจากสมอง

ระบบประสาทอัตโนมัติ ประกอบด้วย ระบบอัตโนมัติซิมพาทีติกที่มีเส้นประสาทออกจากไขสันหลังบริเวณทรวงอกและบั้นเอว และระบบอัตโนมัติพาราซิมพาทีติกที่มีเส้นประสาทออกมาที่เส้นประสาทสมองบางคู่และเส้นประสาทไขสันหลัง บริเวณกระเบนเหน็บ ระบบประสาทอัตโนมัติทั้งสองทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของอวัยวะภายในร่างกายที่เกี่ยวข้องกับการรักษาสมดุลของสภาวะแวดล้อมภายในร่างกาย และมักจะออกฤทธิ์ต่ออวัยวะที่ไปเลี้ยงในทิศทางตรงกันข้าม การควบคุมสภาวะคงสภาพของร่างกาย

ภาวะคงสภาพของร่างกาย หมายถึง การที่ร่างกายมีการรักษาสภาวะแวดล้อมภายในให้ค่อนข้างคงที่ ซึ่งเกิดจากการทำงานของเนื้อเยื่อ อวัยวะและระบบต่างๆ ในร่างกายอย่างสอดคล้องและประสานกัน การควบคุมภาวะคงสภาพของร่างกายอาศัยโครงสร้าง ได้แก่ ตัวรับรู้ ศูนย์ประสานงานส่วนกลางและอวัยวะเป้าหมาย

การควบคุมภาวะคงสภาพของร่างกายอาศัยโครงสร้าง 3 ส่วน ดังนี้

1. ตัวรับรู้ (Receptor) ทำหน้าที่รับรู้เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อมภายนอกและภายในเซลล์โดยตัวรับรู้ทำหน้าที่แปลงพลังงานจากการกระตุ้น ให้เป็นกระแสประสาทส่งไปยังศูนย์ประสานงานในระบบประสาทส่วนกลาง

2. ศูนย์ประสานงานส่วนกลาง (Integrating Center) ทำหน้าที่รับกระแสประสาทจากตัวรับรู้เพื่อทำการวิเคราะห์ข้อมูลนำเข้าที่ได้จากการกระตุ้น จากนั้นจึงประสานงานกับโครงสร้างต่างๆ ของระบบประสาทที่ควบคุมการทำงานของร่างกายเพื่อให้เกิดการตอบสนองที่เหมาะสม

3. อวัยวะเป้าหมาย (Effector Organ) การตอบสนองของอวัยวะเป้าหมายที่เหมาะสมจากการกระตุ้นตัวรับรู้ เพื่อให้เกิดความคงสภาพของสิ่งแวดล้อมภายในร่างกายหรือการปรับการทำงานของร่างกายเพื่อให้มีการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อมภายในร่างกายหรือสิ่งแวดล้อมรอบเซลล์น้อยที่สุด หรือให้ใกล้เคียงกับสภาวะเดิมก่อนการถูกกระตุ้น

กระบวนการแปรรูปสารหรือเมตาบอลิซึมประกอบด้วย 2 กระบวนการ ใหญ่ๆ ได้แก่

- กระบวนการสลายสารชีวโมเลกุล โมเลกุลใหญ่ให้เป็น โมเลกุลย่อย เรียกว่า แคตาบอลิซึม (Catabolism) ซึ่งมีการสร้างพลังงาน และ
 - กระบวนการสร้างสารชีวโมเลกุลย่อยให้เป็น โมเลกุลใหญ่ เรียกว่า อะนาบอลิซึม (Anabolism) ซึ่งมีการใช้พลังงาน
- กระบวนการทั้งสองนี้เกิดขึ้นโดยมีความสัมพันธ์และเชื่อมโยงกันตลอดเวลาเพื่อให้เซลล์ของมนุษย์ดำรงอยู่ได้

ร่างกายสามารถควบคุมความเป็นกรด-ด่าง ได้โดย อาศัย 3 ระบบด้วยกัน ได้แก่

1. ระบบบัฟเฟอร์ เป็นกลไกทางสรีรวิทยาของร่างกายระบบหนึ่งที่จะช่วยควบคุม pH ของร่างกายให้อยู่ในภาวะสมดุลหรือใกล้เคียงกับค่าปกติซึ่งจะทำให้การทำงานของร่างกายอยู่ในภาวะคงสภาพ บัฟเฟอร์เป็นสารประกอบที่สามารถดูดซับส่วนเกินของ ไฮโดรเจนไอออน ที่แสดงความเป็นกรด (H^+) และ ไฮดรอกซิลไอออนที่แสดงความเป็นด่าง (OH^-) ที่เกิดขึ้นในร่างกาย โดยที่ไม่ได้ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของ pH หรือมีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย

2. ระบบหายใจ เป็นระบบที่ควบคุมความเข้มข้นของ H^+ โดยการควบคุมอัตราการกำจัด CO_2 ออกจากพลาสมาของเหลวอยู่ในเลือด โดยอาศัยการระบายอากาศที่ปอด ดังนั้นปอดจึงมีความสำคัญในการรักษาความเข้มข้นของ H^+ ในพลาสมา ปอดจะกำจัด H^+ ที่มาจาก H_2CO_3 ออกทางลมหายใจ

3. ระบบไต เป็นระบบที่ควบคุมความเป็นกรด - ด่างของร่างกายโดยการขับทิ้ง H^+ การขับทิ้ง H_2CO_3 และการหลั่งแอมโมเนียทางปัสสาวะ