อัตราการเต้นของหัวใจ

ความหมาย

อัตราการเต้นของหัวใจ (Heart Rate) คือ จำนวนครั้งที่หัวใจเต้นในเวลา 1 นาที ดังนั้น หน่วยของอัตราการเต้นของหัวใจ เท่ากับ ครั้งต่อนาที หรือ ครั้ง/นาที เช่น 72 ครั้งต่อนาที หรือ 72 ครั้ง/นาที

โครงสร้างและการทำงานของหัวใจ

โครงสร้าง

รูปร่างของหัวใจคล้ายดอกบัวตูม ตั้งอยู่บริเวณทรวงอกระดับราวนมและค่อนข้างมาทางนมด้านซ้ายเล็กน้อย หัวใจมีห้องที่รับโลหิตอยู่ 4 ห้อง ห้องบน 2 ห้อง เรียกว่า เอเทรีย (atria ถ้าห้องบนห้องเดียวใช้คำว่า atrium) ห้องล่าง 2 ห้อง เรียกว่า เวนทริเคิล (ventricles) เลือดที่ไหลเวียนจากเนื้อเยื่อของอวัยวะต่างๆ ในร่างกายกลับคืนสู่หัวใจที่ห้องบนขวา (right atrium) โดยเส้นโลหิตดำใหญ่บน (superior vena cava) และเส้นโลหิตดำล่าง(inferiorvena cava)โลหิตจากห้องบนขวาไหลผ่านลิ้นไทรคัสปิด (tricuspid valve) ลงสู่ห้องล่างขวา (right ventricle) โลหิตจากห้องล่างขวาจะถูกบีบ (pump)ผ่านลิ้นหัวใจพัลโมนารี (pulmonary semilunar valve) โดยทางเส้นโลหิตพัลโมนารี (pulmonary artery) จะนำโลหิตไปยังปอด เพื่อรับออกซิเจน โลหิตที่มีออกซิเจนประมาณ 20% โดยปริมาณแล้ว ก็จะไหลผ่านเส้นโลหิตพัลโมนารี (pulmonary vein) ไปยังหัวใจห้องบนซ้าย (left atrium) แล้วไหลผ่านลิ้นไบคัสปิด (bicuspid) หรือลิ้นไมทรัล (mitral) ลงสู่ห้องล่างซ้าย (left ventricle) แล้วโลหิตจะถูกบีบ (pump) ผ่านลิ้นเอออติค เซไมลูนา (aortic semilunar valve) ไปตามเส้นโลหิตเอออตา (aorta) ซึ่งจะนำโลหิตไปเลี้ยงส่วนต่างๆ ของร่างกาย ระบบไหลเวียนโลหิตด้านขวาของหัวใจ เรียกว่า *"ด้านพัลโมนารี"* (pulmonary side) ระบบไหลเวียนโลหิตด้านซ้ายเรียกว่า *"ด้านซิสเตมมิก"* (systemic side)

กล้ามเนื้อหัวใจเป็นกล้ามเนื้อเฉพาะ ไม่ใช่กล้ามเนื้อเรียบและกล้ามเนื้อลาย แต่เป็นลักษณะพิเศษเฉพาะเราเรียกว่าไมโอคาร์เดียม (myocar dium) เซลล์กล้ามเนื้อหัวใจจะเชื่อมโยงถึงกันตลอดทั้งหัวใจ โดยอินเตอร์คิวเลตดิสก์ (inter culated disk) เพื่อให้กล้ามเนื้อหัวใจทำงานเหมือนกับมีกล้ามเนื้อมัดเดียวทั้งหัวใจ และทำงานพร้อมๆ กันไป

หัวใจเป็นอวัยวะหนึ่งของระบบไหลเวียนโลหิต ซึ่งมีหน้าที่ขนส่งอาหารไปยังอวัยวะต่างๆ ของร่างกาย รับเอาของเสียออกจากเนื้อเยื่อ ระบายและรักษาอุณหภูมิของร่างกาย ขนส่งฮอร์โมนต่างๆ ไปยังเนื้อเยื่อ รักษาสภาวะความเป็นกรด-ด่างของของเหลวในร่างกายให้อยู่ในสภาพที่สมดุล ป้องกันเชื้อโรคที่จะเข้าสู่ร่างกาย

การทำงาน

กล้ามเนื้อหัวใจ สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าเองเพื่อที่จะให้หัวใจเต้นเป็นจังหวะได้เอง โดยปราศจากการควบคุมของระบบประสาท

ระบบการทำกระแสไฟฟ้า เพื่อให้หัวใจเต้นหรือทำงานได้แก่ ปุ่มไซโนเอเทรียล (sinoatrial (SA) node) ปุ่มนี้เป็นที่รวมของเซลล์กล้ามเนื้อหัวใจอยู่ด้านหลังของผนังของห้องบนขวา ปุ่มนี้จะเป็นแหล่งกำเนิดกระแสไฟฟ้า ทำให้หัวใจเต้นเป็นจังหวะประมาณ 60-80 ครั้งต่อนาที เมื่อกระแสไฟฟ้าเกิดขึ้นที่ SA node แล้ว กระแสไฟฟ้าก็จะเดินทางแพร่กระจายไปยังปุ่มเอทริโอเวนทริคิวลา (atrioventricular node) ซึ่งตั้งอยู่ที่ผนังของห้องบนใกล้จุดศูนย์กลางของหัวใจ เมื่อกระแสไฟฟ้าแพร่กระจายทั้งห้องบนของหัวใจ (atria) กล้ามเนื้อหัวใจก็หดตัวทันที กระแสไฟฟ้าแพร่จากห้องบนของหัวใจไปยังห้องล่าง จะใช้เวลาประมาณ 0.13 วินาที โดยกระแสไฟฟ้าจะเดินตาม เอ วี บันเดิล (AV bundle) การหดตัวของห้องบนจะหดตัวก่อนห้องล่าง กระแสไฟฟ้าจะเดินทางจาก เอ วี บันเดิล มายัง bundle branches ทั้งซ้ายและขวาไปสู่ห้องล่างทั้งซ้ายและขวาไปยัง purkinjie fibers ซึ่งเป็นปลายทางของการนำกระแสไฟฟ้า กระแสไฟฟ้าที่แพร่กระจายในห้องล่างนั้นจะเร็วมาก เพื่อให้ห้องล่างทั้งสองข้างหดตัวพร้อมๆ กัน

แม้ว่าหัวใจจะสามารถทำงานหรือเต้นเป็นจังหวะได้ด้วยตัวเอง แต่ก็ยังมีระบบประสาทและระบบฮอร์โมนที่สามารถทำให้อัตราการเต้นของหัวใจเปลี่ยนแปลงได้ กล่าวคือประสาทพาราซิมพาเธติก ได้แก่ประสาทเวกัส (vagus nerve) ซึ่งเป็น cranial nerve ที่ 10 (cranial nerve x) จะควบคุมให้หัวใจเต้นช้าลง อาจจะทำให้มีอัตราเต้นของหัวใจ 20-30 ครั้งต่อนาที ได้ ระบบประสาทซิมพาเธติก (sympathetic nerve) จะทำให้หัวใจเต้นเร็วขึ้นอาจจะทำให้เต้นได้สูงถึง 250 ครั้งต่อนาที ดังนั้นจะสังเกตได้ว่าถ้าเราบุคคลมีความกดดันทางอารมณ์ จะทำให้หัวใจเต้นเร็วขึ้น

อัตราการเต้นของหัวใจของคนปกติประมาณ 60-85 ครั้งต่อนาที ในขณะพักผ่อนถ้าร่างกายแข็งแรงขึ้น อัตราการเต้นของหัวใจขณะพักผ่อนอาจจะเป็น 40 ครั้งต่อนาทีได้ ขณะออกกำลังกาย อัตราการเต้นของหัวใจจะเพิ่มขึ้น และจะเพิ่มเป็นสัดส่วนโดยตรงกับความหนักเบาและเวลาที่ออกกำลังกาย กล่าวคือถ้าออกกำลังกายหนักมาก หัวใจก็เต้นเร็ว และถ้าออกกำลังกายหนักและนาน หัวใจก็จะเต้นเร็วมากขึ้นไปอีก

เราจะสามารถทราบได้ว่าแต่ละคนจะมีอัตราการเต้นสูงสุดได้เท่าไร วิธีแรกอาจจะให้ผู้นั้นออกกำลังกายจนเหนื่อยสุด แล้วดูว่าหัวใจเต้นเท่าไรใน 1 นาที แต่วิธีนี้ก็เสี่ยงต่ออันตราย และอีกวิธีหนึ่งใช้ประมาณอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด โดยใช้ 220 - อายุ (ปี) เหตุที่ใช้ 220 เป็นตัวกำหนด เนื่องจากว่าเด็กแรกเกิดมีอัตราการเต้นโดยเฉลี่ยประมาณ 220 ครั้งต่อนาที และทุกๆ ปีอัตราการเต้นของหัวใจจะลดลงประมาณปีละ 1 ครั้ง หลังจากอายุ 15 - 16 ปี จะลดลงอย่างสม่ำเสมอประมาณปีละ 1 ครั้ง ดังนั้นการใช้ 220 - อายุ (ปี) เพื่อหาอัตราการเต้นของ หัวใจสูงสุดก็ใช้ได้แต่ถ้าเป็นผู้สูงอายุหรือผู้ที่ไม่ค่อยได้ ออกกำลังกายอยู่เสมอ ควรใช้ 200 - อายุ (ปี) หรือ 190 - อายุ (ปี) ก็ได้

โดยทั่วไปการฝึกนักกีฬาหรือการออกกำลังเพื่อสุขภาพ มักจะใช้อัตราการเต้นของหัวใจเป็นตัวกำหนดความหนักของการออกกำลังกาย

เพื่อให้กิจกรรมการออกกำลังกายเหมาะสมกับสภาพร่างกายของแต่ละคน โดยปกติมักจะเริ่มที่ 50% ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด หรือ 50% ของอัตราการเต้นหัวใจเป้าหมาย (target หรือ training heart rate) สูตรคำนวณอัตราการเต้นหัวใจเป้าหมาย = เปอร์เซ็นต์การออกกำลังกาย (อัตราการเต้นหัวใจสูงสุด - อัตราการเต้นหัวใจขณะพัก) + อัตราการเต้นหัวใจขณะพัก นั้นคือ THR = X% (Max H-R - Resting H.R) + Resting H.R ตัวอย่างเช่น นายแดง ต้องการออกกำลังกายที่ความหนัก 50% นายแดง อายุ 38 ปี มีอัตราการเต้นของหัวใจขณะพักเป็น 72 ครั้งต่อนาที อยากทราบว่านายแดงจะต้องออกกำลังกายให้การเต้นของหัวใจเป็นกี่ครั้งต่อนาที

จากสูตร THR = X% (Max H.R - Resting H.R) + Resting H.R

= 50/100 [(220 - 38)] - 72] + 72

= 50/100[(182 - 72)] + 72

= 50/100[182 - 72] + 72

= 55 + 72 = 127

ดังนั้น นายแดงควรออกกำลังกายไปจนหัวใจของนายแดงเต้น 127 ครั้งต่อนาที จึงจะนับว่านายแดงออกกำลังกายด้วยความหนัก 50% ถามว่านายแดงควรจะออกกำลังกายตามความหนักนี้ไปนานเท่าไร คำตอบก็คือออกกำลังกายไปจนกว่านายแดงเริ่มรู้สึกว่าเหนื่อย ก็จึงค่อยๆ เบาลงๆ และหยุดพักเมื่อหายเหนื่อยแล้ว อยากออกกำลังกายอีกก็ค่อยๆ ทำไป เมื่ออัตราการเต้นหัวใจ 127 ครั้งต่อนาที ก็ให้เบาลงๆ แล้วก็หยุด เมื่อนายแดงทำงานหรือออกกำลังกายด้วยความหนัก 50% ไปเป็นระยะเวลาหนึ่ง เช่น 1-2 เดือน นายแดงจะรู้สึกว่าใช้เวลานานขึ้นกว่าเดิม อัตราการเต้นของหัวใจจึงจะถึง 127 ครั้งต่อนาที แสดงว่าร่างกายของนายแดงแข็งแรงและสมบูรณ์ขึ้น ดังนั้นอัตราการเต้นของหัวใจขณะออกกำลังกายที่ความหนักเท่ากัน ก็สามารถบ่งบอกว่าใครจะมีความสมบูรณ์ทางกาย หรือสมรรถภาพทางกายดีกว่ากันโดยเฉพาะในด้านระบบไหลเวียนโลหิต

นอกจากนั้น อัตราการเต้นหัวใจขณะพักหลังออกกำลังกาย (recovery heart rate) ก็สามารถบ่งบอกความสมบูรณ์ของระบบไหลเวียนได้อีกเช่นกัน กล่าวคือ ผู้ที่มีความสมบูรณ์ของระบบไหลเวียนดีกว่า อัตราการเต้นของหัวใจขณะพักหลังออกกำลังกายจะลดลงสู่สภาวะปกติได้เร็วกว่า

ความสัมพันธ์ของอัตราการเต้นหัวใจกับสโตรค โวลุม (stroke volume. S.V)

ปริมาณโลหิตที่ไหลเวียนไปเลี้ยงร่างกายในเวลา 1 นาที เราเรียกว่า คาร์ดิแอคเอาพุท (Cardiac Output, C.O) C.O นี้ จะมีความสัมพันธ์กับอัตราการเต้นหัวใจ (H.R) และ S.V.

สโตรคโวลุม (S.V.)คือ ปริมาณโลหิตที่ออกจากห้องล่างซ้ายของหัวใจในการบีบตัวของหัวใจ 1 ครั้งมีหน่วยเป็นมิลลิลิตร

กล่าวคือ C.O. = H.R × S.V. จากสูตรนี้จะเห็นว่า C.O. จะมีมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับ H.R × S.V. ปกติแล้วการเปลี่ยนแปลงของ S.V. จะมีไม่มาก แต่การเปลี่ยนแปลงของ H.R จะมีมากกว่า เช่น C.O. ขณะออกกำลังกาย H.R = 180 b/min, S.V. = 120 ml/b

เพราะฉะนั้น C.O. ขณะออกกำลังกาย = 180 × 120 = 21.600 ml/min = 21.6 ลิตร/นาที

C.O. ขณะพัก = 70 × 70 = 4900 ml/min = 4.9 ลิตร/นาที

จะเห็นได้ว่าการเปลี่ยนแปลงอัตราการเต้นของหัวใจจากขณะพัก และขณะออกกำลังกายเปลี่ยนแปลงไป 180- 70 = 110 ครั้ง/นาที ส่วน S.V. เปลี่ยนแปลงจากขณะพักกับขณะออกกำลังกาย 120 - 70 = 50 มล. การเปลี่ยนแปลงของอัตราการเต้นของหัวใจมากกว่าการเปลี่ยนแปลงของ S.V. ดังนั้นการเปลี่ยนปริมาณ C.O. นั้น อัตราการเต้นของหัวใจจะเป็นองค์ประกอบที่สำคัญกว่า S.V.

อัตราการเต้นของหัวใจกับสภาพอากาศ

ในสภาพที่มีอากาศหนาวเย็น จนทำให้อุณหภูมิที่ทวารหนักอยู่ที่ 24.2 - 25.7 C (75.6 - 78.3 F) อาจทำให้ถึงแก่ชีวิตได้ โดยเฉพาะที่แช่อยู่ในน้ำเย็นๆ มากเป็นเวลานาน เนื่องจากถ้าร่างกายมีอุณหภูมิต่ำกว่า 34.5 C (94 F) ไฮโปธาลามัส ไม่สามารถจะทำให้ร่างกายผลิตความร้อนได้ อาจจะทำให้เกิดอาการวิงเวียนและป่วยได้ อากาศเย็นจะทำให้หัวใจเต้นช้าลง และถ้าอยู่ในที่ที่มีอากาศหนาวเย็นมากๆ จะเป็นอันตรายแก่ผิวหนัง ระบบหายใจ และระบบไหลเวียนได้ และอาจจะทำให้หัวใจหยุดเต้นได้เช่นกัน ในทางตรงข้ามถ้าเราอยู่ในที่ร้อน หัวใจก็จะเต้นเร็วขึ้น เมื่อระบายความร้อนออกจากร่างกายเพื่อรักษาอุณหภูมิภายในร่างกายให้คงที่อยู่เสมอ

อัตราการเต้นของหัวใจกับสภาพร่างกายขาดน้ำ (dehydration)

เมื่อร่างกายขาดน้ำ ปริมาณของพลาสมา (plasma) น้อยลง ความดันโลหิตลดลง ทำให้โลหิตไหลเวียนไปที่ผิวหนังน้อยลงด้วย เพื่อเป็นการชดเชยสภาพดังกล่าวที่ไม่อยู่ในสภาพสมดุลอัตราการเต้นของหัวใจก็จะเพิ่มขึ้น เพื่อที่จะทำให้การไหลเวียนของโลหิตไปที่ผิวหนังเพื่อระบายความร้อนได้มากขึ้น ถ้าร่างกายอยู่ในสภาวะขาดน้ำ สมรรถภาพทางกายจะลดน้อยลงไปด้วย

โดยสรุปอัตราการเต้นของหัวใจของคนผู้ใหญ่สภาพร่างกายสมบูรณ์จะมีประมาณ 72 ครั้งต่อนาที กล้ามเนื้อหัวใจเป็นกล้ามเนื้อพิเศษที่สามารถเต้นเป็นจังหวะได้เอง อัตราการเต้นของหัวใจ สามารถบ่งบอกความสมบูรณ์ของสมรรถภาพทางกายได้ กล่าวคือ ผู้ที่มีสมรรถภาพทางกายสมบูรณ์ดี อัตราการเต้นของหัวใจขณะพักผ่อนจะน้อยกว่าผู้ที่มีสมรรถภาพทางกายที่ไม่สมบูรณ์ นอกจากนั้นนักวิทยาศาสตร์การกีฬาผู้ฝึกสอนกีฬายังนิยมใช้อัตราการเต้นของหัวใจเป็นเป้าหมายในการฝึกด้วย เพราะอัตราการเต้นของหัวใจจะมีความสัมพันธ์กับความหนักของงานโดยตรงนั่นเอง

ในเด็กเล็กจะมีอัตราการเต้นของหัวใจมากกว่าเด็กวัยรุ่นและคนชรา อัตราการเต้นของหัวใจจะลดลงประมาณปีละ 1 ครั้ง เด็กแรกเกิดจะมีอัตราการเต้นของหัวใจประมาณ 220 ครั้ง/นาที ดังนั้นการพยากรณ์อัตราการเต้นของหัวใจสูงสุดจึงนิยมใช้ 220 - อายุ (ปี)

อัตราการเต้นของหัวใจขณะพักหลังการออกกำลัง (recovery heart rate) เป็นสิ่งที่บ่งบอกถึงความสมบูรณ์ทางกาย หรือสมรรถภาพทางกายได้เช่นกัน กล่าวคือ ผู้ที่หายเหนื่อยเร็วหรืออัตราการเต้นของหัวใจลดลงสู่สภาวะปกติเร็วกว่า ร่างกายก็จะมีสมรรถภาพดีกว่าผู้ที่อัตราการเต้นของหัวใจลดลงสู่สภาวะปกติช้า

อัตราการเต้นของหัวใจยังบอกถึงสภาพอากาศรอบๆ ตัวเราว่าร้อนกว่าปกติหรือเย็นกว่าปกติได้ด้วย กล่าวคือ ถ้าเราอยู่ในที่ร้อนอบอ้าวอัตราการเต้นของหัวใจก็จะเร็วกว่าปกติ และถ้าอากาศเย็นกว่าปกติอัตราการเต้นของหัวใจก็จะช้ากว่าปกติเช่นกัน

อนันต์ อัตชู

บรรณานุกรม

Wilmore, Jack H. and David L. Costill. **Physiology of Sport and Exercise. Human Kinetics.** Champaign, IL : 1994.