



# สรีรวิทยาการออกกำลังกาย

## Anatomy of Exercise

อาจารย์อับดุลรอฮิม รอยิง

สาขาพลศึกษาและสุขศึกษา คณะครุศาสตร์

มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา



# การเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา ของระบบหัวใจและหลอดเลือด

หน้าที่ของระบบหายใจกับระบบไหลเวียนของเลือด มีส่วน  
เกี่ยวข้องรวมกันคือ การนำออกซิเจนไปสู่เซลล์ของร่างกาย และนำ  
คาร์บอนไดออกไซด์ออกมาทิ้ง จึงได้นำทั้ง 2 ระบบ มาไว้ในบทเดียวกัน

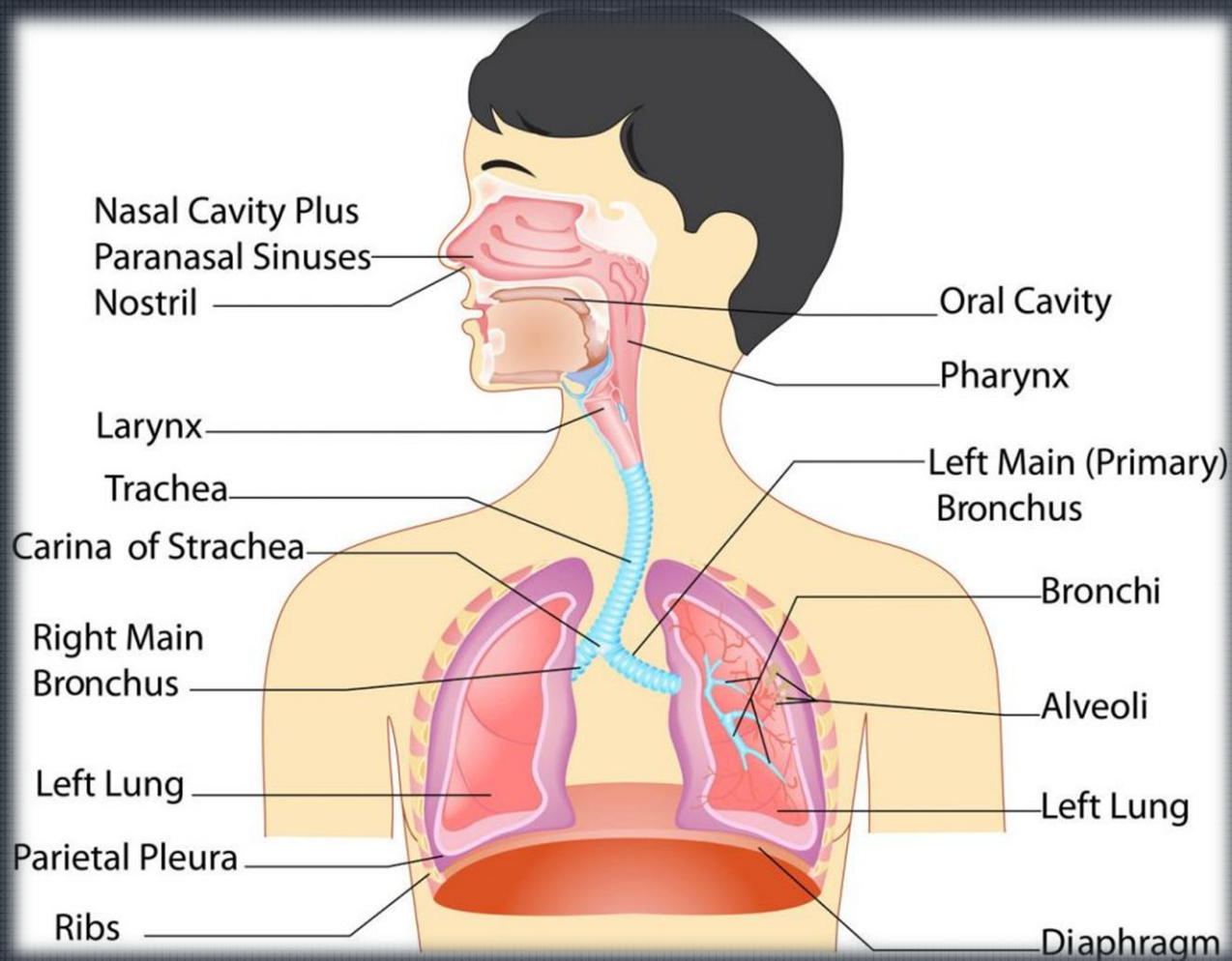


# ระบบหายใจ

“หลอดลม” มีหน้าที่ไม่เพียงแต่นำอากาศเข้าออกสู่ปอดเท่านั้น ยังมีหน้าที่ทำความสะอาด ทำให้อบอุ่นและเพิ่มความชื้นให้กับอากาศ ก่อนที่จะหายใจได้ไปจนถึงถุงลมด้วยแรงที่ดูดอากาศเข้าและบีบออกจากปอดมาจากการทำงานของกล้ามเนื้อ ซึ่งจะผ่านแรงนี้เข้าไปในช่องปอด พลังงานที่ต้องใช้ส่วนใหญ่ก็เพื่อสู้กับแรงต้านทานของการไหลของอากาศเข้าสู่ปอดและออกจากปอด ในระหว่างออกกำลังกาย การหายใจจะเพิ่มมากกว่าตอนพักมากมาย แก๊สทั้ง 2 ชนิดจะถ่ายเทแลกเปลี่ยนกัน ระหว่างอากาศและเลือด ผ่านทางผนังของถุงลม ฮีโมโกลบินจะนำออกซิเจนซึ่งไม่ค่อยละลายในน้ำเหลืองไปสู่ส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย ส่วนคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งละลายง่ายในน้ำเหลืองในรูปไบคาร์บอเนต



# ระบบหายใจ



Credit : <https://ngthai.com/science/17617/respiratorysystem/>

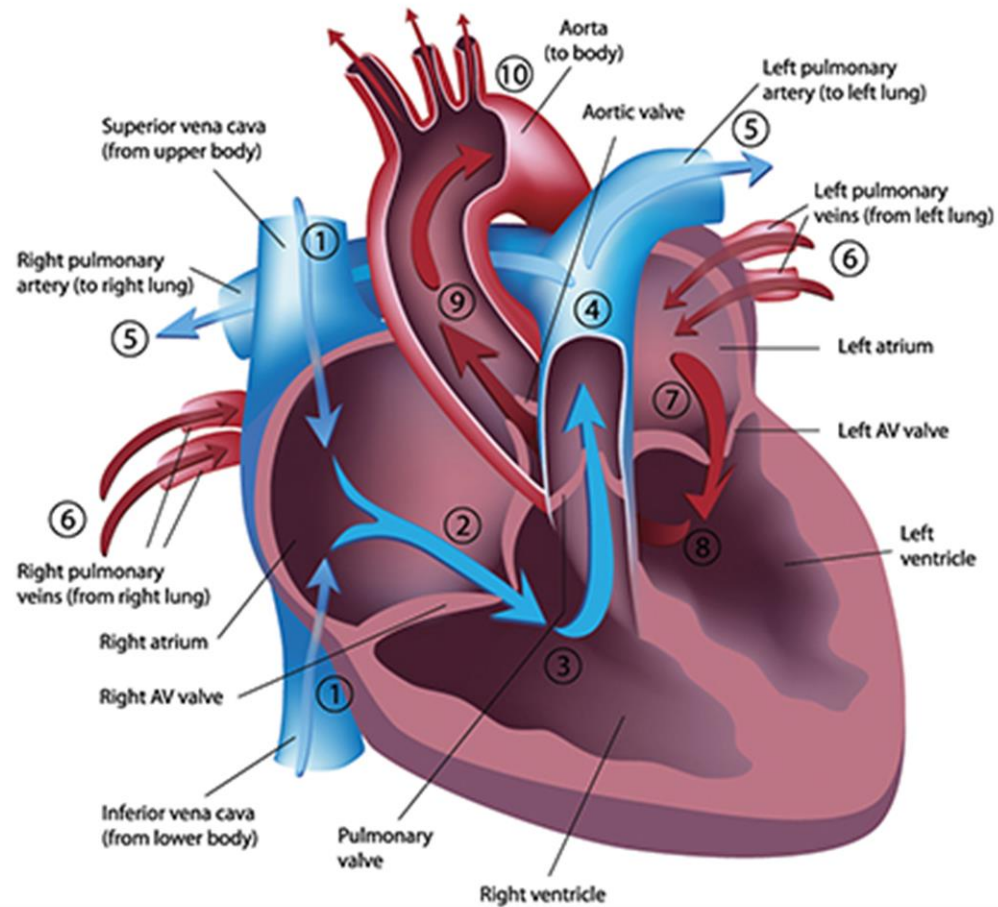


# ระบบหายใจ

ในขณะที่ออกกำลังกาย การหายใจและการไหลเวียนของเลือด  
จะต้องทำงานเกือบเต็มที่ สาเหตุหรือกลไกที่ทำให้การหายใจเพิ่มขึ้นขณะ  
ออกกำลังกายยังไม่เป็นที่ทราบชัด

# ระบบหายใจ

The pathway of blood flow through the heart



credit : <https://www.health2click.com/2018/05/08>



# ระบบไหลเวียนของเลือด

เลือดจากเส้นเลือดดำของร่างกาย ถ่ายเทเลือดดำสู่หัวใจด้านขวา จากนั้นหัวใจจะบีบเลือดดำนี้เข้าไปในปอด เพื่อให้ปอดฟอกหรือเก็บออกซิเจนกลายเป็นเลือดแดง แล้วไหลวนกลับ ไปสู่หัวใจด้านซ้าย แล้วจึงจะถูกบีบออกไปเลี้ยงส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย



# ระบบไหลเวียนของเลือด

หัวใจอาจจะส่งเลือดไป ณ ที่ใดในร่างกายได้ตามความต้องการ เช่นที่กล้ามเนื้อที่กำลังออกกำลังกาย เส้นเลือดแดงเล็ก ๆ (arteriole) สามารถเปลี่ยนแปลงขนาดได้ จึงทำให้แรงต้านทาน ในหลอดเลือดเปลี่ยนแปลงตามด้วย





# ระบบไหลเวียนของเลือด

จากเส้นเลือดแดงเล็ก ๆ จะส่งเลือดผ่านมาที่เส้นเลือดฝอย ซึ่งเป็นที่แลกเปลี่ยนออกซิเจน อาหาร และของเสียจากการเผาผลาญระหว่างเลือดกับเนื้อเยื่อต่าง ๆ เส้นเลือดดำเล็ก ๆ (venules) ทำหน้าที่กักเก็บเลือดที่ใช้แล้ว ตัวมันเองสามารถจะบีบตัวได้ถ้าจำเป็น (เช่นในกรณีที่เสียเลือด) เพื่อจะได้ส่งเลือดให้กับส่วนอื่นที่ต้องการเลือดได้



# ระบบไหลเวียนของเลือด

กล้ามเนื้อที่กำลังออกกำลังกาย จะได้ออกซิเจนจากเลือดมากกว่า  
ในสภาวะพักมาก เช่นกัน การไหลเวียนของเลือดก็ต้องเร็วขึ้นมากขึ้น  
ตามมาด้วย ในทางตรงกันข้ามกล้ามเนื้อหัวใจต้องการออกซิเจนจากเลือด  
เพิ่มขึ้นถึง 70% จากปกติ ในบางครั้งอาจเกิดขึ้นได้แม้แต่อยู่ในสภาวะพักอยู่  
ฉะนั้นจึงไวต่อการอุดตัน หรือการกั้นการไหลเวียนของเลือดเป็นอย่างยิ่ง  
ดังเช่นในโรคเส้นเลือด หัวใจตีบตัน

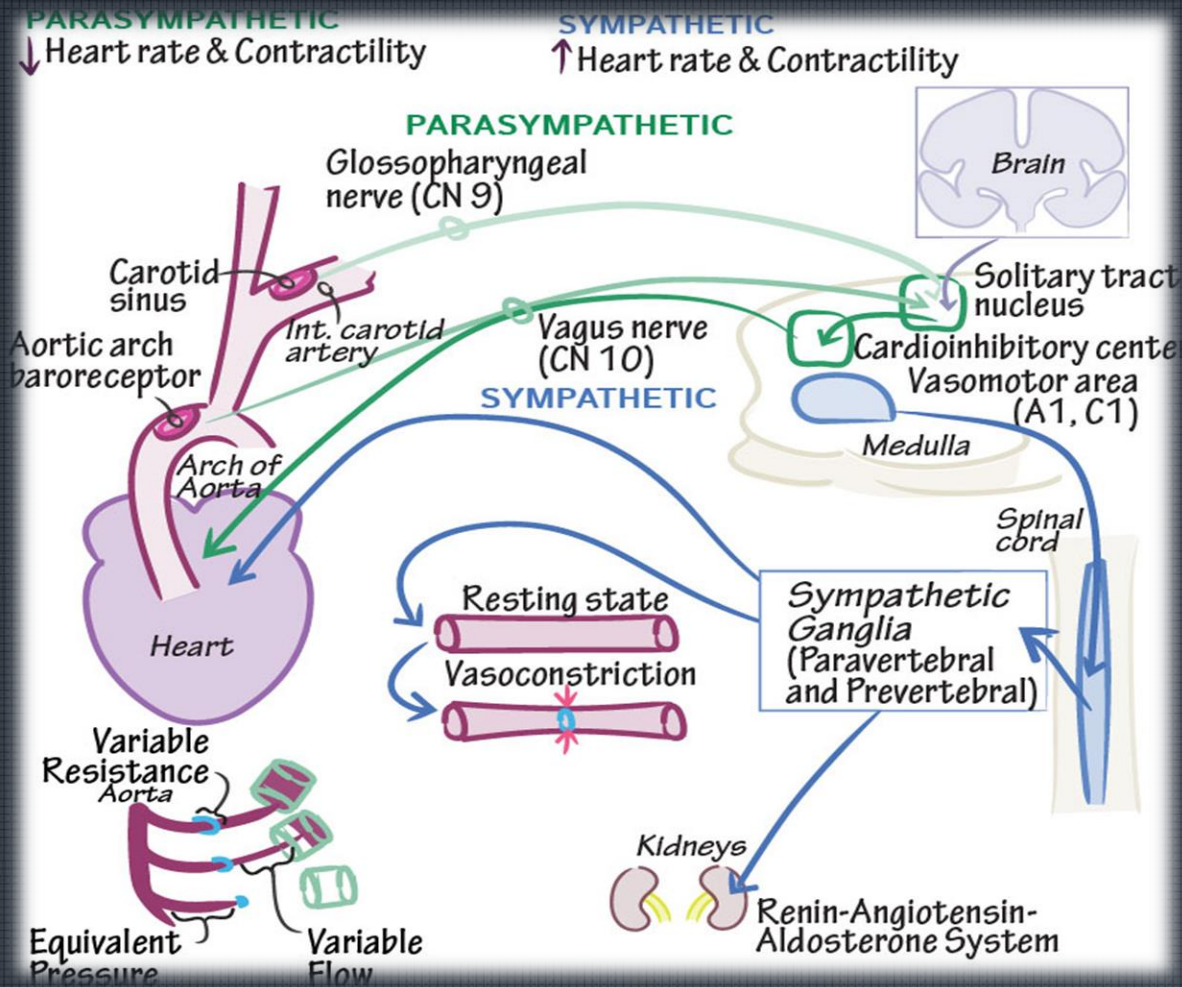


# ระบบไหลเวียนของเลือด

ความดันโลหิตจะต้องรักษาระดับไว้ เพื่อที่จะสามารถนำเลือดไปสู่ส่วนต่าง ๆ ได้ การเปลี่ยนแปลงความดันโลหิตจะรับรู้ที่ Baroreceptor ซึ่งจะส่งสัญญาณไปตามระบบประสาทอัตโนมัติ ไปทำให้ปริมาณเลือดที่หัวใจปั๊มออกมา และความต้านทานในหลอดเลือดเปลี่ยนแปลง เพื่อรักษาให้ความดันโลหิตคงที่ได้อยู่ได้



# ระบบไหลเวียนของเลือด



Credit : <https://www.drawittoknowit.com/course/physiology/glossary/physiological-process/baroreceptor-reflex>



# ระบบไหลเวียนของเลือด

การเพิ่มปริมาณเลือดในหัวใจ จะไปยืดกล้ามเนื้อหัวใจ ซึ่งจะเป็น  
การกระตุ้นให้หัวใจบีบตัวแรงขึ้น ชีพจรเต้นเร็วขึ้น โดยการกระตุ้น  
ประสาทซิมพัทเทติก และโดยการหลั่งอีปิเนฟริน และนอร์อีปิเนฟรินของ  
ต่อมหมวกไต



# ผลของการออกกำลังกายต่อระบบหายใจ

เมื่อเริ่มต้นออกกำลังกาย จะมีการเพิ่มการหายใจอย่างปานกลางโดยทันที ซึ่งอาจจะเป็นผลจากสมองสั่งการลงมา หรือเป็นผลจากการเคลื่อนไหวของกระดูกข้อ กล้ามเนื้อก็ได้ อีก 2-3 นาทีต่อมา ถ้ายังออกกำลังกายต่อไป การหายใจจะค่อย ๆ เพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ และค่อย ๆ คงที่ ไม่เพิ่มต่อไปอีก ช่วงนี้อาจจะเป็นผลจากการกระตุ้นของสารเคมีบางอย่าง ซึ่งกลไกยังไม่เป็นที่ทราบชัด กล้ามเนื้อที่ทำงานจะให้ของเสียออกมาคือคาร์บอนไดออกไซด์และกรดแลคติก และต้องการออกซิเจนมากขึ้นด้วย ในขณะที่คาร์บอนไดออกไซด์และออกซิเจนในปอดจะยังคงปกติ นอกจากจะออกกำลังกายหนักจริง ๆ การที่เลือดมีฤทธิ์เป็นกรดมิได้เป็นผลจากการหายใจ เมื่อหยุดการออกกำลังกาย การหายใจจะลดลงทันทีเช่นกัน และลงมากกว่าขาขึ้นเสียอีก ต่อจากนั้นจะค่อย ๆ กลับสู่สภาพปกติ แต่ช้ากว่าขาขึ้น



# ผลของการออกกำลังกายต่อระบบหายใจ



Credit : <https://www.samitivejhospitals.com/th>



# ผลของการออกกำลังกายต่อระบบหายใจ

การสูบบุหรี่ เป็นสาเหตุให้การออกกำลังกายไม่ได้ทนทาน ซึ่งยังหาคำอธิบายไม่ได้ แต่ที่ทราบแน่ชัดคือ บุหรี่จะเพิ่มแรงต้านทานในหลอดลม และจะขัดขวางการรวมตัวของออกซิเจนกับฮีโมโกลบิน โดยการที่มีคาร์บอนมอนอกไซด์เข้าไปรวมตัวแทน นอกจากนี้โคตินยังทำให้เส้นเลือดหดตัวและกระตุ้นให้หัวใจเต้นเร็วขึ้น ถึงแม้อยู่ในสภาวะปกติ พวกที่สูบบุหรี่มักมีอาการไอ เสมหะมากและเหนื่อยง่ายกว่าพวกไม่สูบบุหรี่ ถ้าสูบบุหรี่ติดต่อกันหลาย ๆ ปี จะมีการทำลายสุขภาพได้หลายทาง เช่น มะเร็งปอด ถุงลมพอง หลอดลมอักเสบเรื้อรัง นอกจากนี้ยังทำให้เกิดโรคหัวใจบางชนิด และเกิดโรคกระเพาะอาหารได้





# ผลของการออกกำลังต่อระบบหายใจ



Credit : <https://www.samitivejhospitals.com/th>



# ผลของการออกกำลังกาย ต่อระบบไหลเวียนของเลือด

การออกกำลังกายมีผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงต่อหัวใจและหลอดเลือดได้มากมาย เป็นการเปลี่ยนแปลงเพื่อปรับสภาพให้รับกับสภาพการณ์ใหม่ จะเป็นการเปลี่ยนแปลงชนิดใด ก็ขึ้นอยู่กับชนิดของการออกกำลังกาย โดยทั่วไปมีอยู่ 2 ชนิด คือ ชนิดเคลื่อนที่(Dynamic) และ ชนิดอยู่กับที่ (Static)



# ผลของการออกกำลังกาย ต่อระบบไหลเวียนของเลือด



Credit : <https://www.bangkokhealth.com/health/>



# ผลของการออกกำลังกาย

## ต่อระบบไหลเวียนของเลือด

การออกกำลังกายแบบเคลื่อนที่หรือ Isotonic คือการที่กล้ามเนื้อหดตัว แล้วทำให้ความยาวของกล้ามเนื้อนั้นเปลี่ยนไป ในขณะที่เดียวกันแรงเครียดในตัวกล้ามเนื้อเองกลับเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย

การออกกำลังกายแบบอยู่กับที่หรือ Isometric คือการที่กล้ามเนื้อหดตัวแล้วแรงเครียด ในกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นอย่างมากมาย แต่ความยาวของกล้ามเนื้อเกือบไม่เปลี่ยนแปลง



# ผลของการออกกำลังกาย ต่อระบบไหลเวียนของเลือด

ส่วนใหญ่การออกกำลังกายมักจะเป็นรูปผสม จะไม่เป็นเฉพาะแบบ  
หนึ่งแบบใดแต่อย่างเดียว ตัวอย่างของพวกที่มีการเคลื่อนที่มาก เช่น วิ่ง  
ว่ายน้ำ ขี่จักรยาน กรรเชียงเรือ เทนนิส แบดมินตัน เป็นต้น พวกที่มีการ  
อยู่กับที่มาก เช่น ยกน้ำหนัก แบกของ ผลักหรือดันรถ ออกแรงต้านกับ  
ของที่ยึดอยู่กับที่ เป็นต้น



# ผลของการออกกำลังกาย ต่อระบบไหลเวียนของเลือด

นอกจากหัวใจและหลอดเลือด จะเปลี่ยนแปลงตามชนิดของการออกกำลังกายแล้ว ยังเปลี่ยนแปลงตามความหนักเบาของการออกกำลังกาย ด้วย เช่น การออกกำลังกายอย่างเฉียบพลันและรุนแรง หรือการออกกำลังกายที่ค่อย ๆ เป็น ค่อย ๆ ไป นาน ๆ เป็นต้น



# ผลของการออกกำลังกาย ต่อระบบไหลเวียนของเลือด



Credit : <https://today.line.me/th/pc/article/%>



# การออกกำลังกายแบบเคลื่อนที่

พวกนี้กล้ามเนื้อทั้งมัดทำงานมาก จึงต้องการออกซิเจนมากตามการเผาผลาญที่เพิ่มขึ้นมาด้วย ดังนั้นจึงมีผลให้ปริมาณเลือดที่ปั๊มจากหัวใจแต่ละนาที ชีพจร และปริมาณเลือดที่ปั๊มจากหัวใจแต่ละครั้งเพิ่มขึ้นอย่างมาก ในขณะที่เดียวกันความดันเฉลี่ยในหลอดเลือดแดงเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย โดยมีความดันขณะหัวใจบีบตัวเพิ่มขึ้น แต่ความดันขณะหัวใจขยายตัวไม่เปลี่ยนแปลง





# การออกกำลังกายแบบเคลื่อนที่

## JOGGING



**Top10**  
Home Remedies

Credit : <http://saroop.net/topic-2234>



# การออกกำลังแบบเคลื่อนที่

**ผลเฉียบพลัน** ในขณะที่ยืนพักหัวใจปั้มเลือดออกมีปริมาณ 6 ลิตร/นาที ชีพจร 90/นาที และหัวใจปั้มเลือดออกได้ 66 ลบ.ซม./ครั้ง เมื่อออกกำลังเต็มที่เลือดที่หัวใจปั้มออกแต่ละนาที จะเพิ่มถึง 4 เท่า เป็น 24 ลิตร/นาที ๆ ชีพจรเพิ่มประมาณ 2 เท่า เป็น 190/นาที และหัวใจ ปั้มเลือดออกแต่ละครั้งเพิ่มประมาณ 2 เท่า เป็น 126 ลบ.ซม./ครั้ง



# การออกกำลังกายแบบเคลื่อนที่

ในขณะที่พัก กล้ามเนื้อได้รับเลือดเพียง 20% ของเลือดที่หัวใจปั๊มออกแต่ละนาที หรือประมาณ 1.2 ลิตร/นาที ขณะออกกำลังกายเต็มที่กล้ามเนื้อได้รับเลือดเพิ่มขึ้นถึง 90% ของเลือด ที่หัวใจปั๊มออกแต่ละนาที หรือ 21 ลิตร/นาที ซึ่งเกือบเป็น 20 เท่า เพิ่มขึ้นเนื่องจากมี metabolism สูงมาก ระหว่างการออกกำลังกายเต็มที่กล้ามเนื้อจึงต้องการออกซิเจนเกือบ 100% หลอด เลือดที่เลี้ยงอวัยวะต่างหุดตัว เช่น ไต ตับ กระเพาะ ลำไส้ และอวัยวะภายในอื่น ๆ เพื่อที่เลือดจะได้ไปเลี้ยงกล้ามเนื้อให้ทำงานได้เต็มที่ แต่ในขณะที่ออกกำลังกายเต็มที่นี้ เลือดในหลอด เลือดหัวใจกลับเพิ่มขึ้น 4 เท่าตัว ฉะนั้นในรายที่มีเส้นเลือดแดงอุดตันเพียงแต่ออกกำลังกายเล็กน้อย ก็จะทำให้เกิดอาการเจ็บหน้าอกได้แล้ว สำหรับเลือดที่เลี้ยงสมองจะไม่มี การเปลี่ยนแปลงในขณะที่ออกกำลังกายเต็มที่



# การออกกำลังกายแบบเคลื่อนที่

ความต้องการออกซิเจนมากที่สุด ในขณะที่ออกกำลังกายเต็มที่ จะมีสัดส่วน โดยตรงกับน้ำหนักตัว และจะลดลงตามอายุ อายุที่มีความต้องการออกซิเจนมากที่สุด อยู่ระหว่าง 15 ถึง 20 ปี จากนั้นจะค่อย ๆ ลดลง จนอายุ 60 ปี จะเหลือเพียง 2/3 ของคนอายุ 20 ปี นอกจากนี้ความต้องการออกซิเจนมากที่สุดยังขึ้นอยู่กับกิจกรรมที่ทำอยู่ เช่นในคนหนุ่มสาวปกติขณะให้ออนพัก นาน 3-6 อาทิตย์ ความต้องการออกซิเจนมากที่สุดจะลดลง 20-25% จากเดิม ในทางตรงกันข้าม ในคนมีอายุนั้น ๆ นอน ๆ สามารถจะเพิ่มขึ้นได้ 33% ภายหลังจากฝึกออกกำลังกายอย่างหนัก ติดต่อกันทุกวันเป็นเวลา 2 เดือน



# การออกกำลังกายแบบเคลื่อนที่

ความแตกต่างของออกซิเจนในหลอดเลือดแดงกับหลอดเลือดดำ  
ในขณะพัก เท่ากับ 5.6 ลบ.ซม./100 ลบ.ซม. ของเลือด แต่จะเพิ่มเป็น  
15.8 ลบ.ซม./100 ลบ.ซม. ของเลือด เมื่อออกกำลังกายเต็มที่ ความจริง  
ออกซิเจนในหลอดเลือดแดงไม่ค่อยเปลี่ยนแปลงนักมักจะคงที่ แต่ออกซิเจนใน  
หลอดเลือดดำจะเปลี่ยนได้มาก สำหรับกล้ามเนื้อหัวใจความแตกต่างของ  
ออกซิเจนใน หลอดเลือดแดงกับหลอดเลือดดำจะสูงมากในขณะพัก คือ  
ประมาณ 14 ลบ.ซม./100 ลบ.ซม. ของเลือด ดังนั้นหัวใจจึงเกิดสภาวะ  
ขาดเลือดมาเลี้ยงได้ง่าย เมื่อมีโรคของเส้นเลือดนี้



# การออกกำลังกายแบบเคลื่อนที่

**ผลภายหลัง** ผลที่สำคัญที่สุดคือ การเพิ่มความต้องการออกซิเจนมากที่สุด ซึ่งจะทำให้ความสามารถของการทำงานของหัวใจเพิ่มมากขึ้น และทำให้ผู้นั้นออกกำลังกายได้มากขึ้นและนานขึ้น ก่อนที่จะเกิดอาการอ่อนเพลีย เหนื่อยหรือเจ็บหน้าอก โดยทั่ว ๆ ไปความต้องการออกซิเจนมากที่สุดจะเพิ่มขึ้น 33% ในคนแข็งแรงอายุ 20 ปี ค่อนข้างกระฉับกระเฉงจะมีความต้องการออกซิเจนมากที่สุดประมาณ 45 ลบ. ซม./กก./นาที นักกีฬาโอลิมปิกประเภททนทานมักจะมี ความต้องการออกซิเจนมากที่สุด 75-80 ลบ. ซม./กก./นาที คนที่ไม่ได้ออกกำลังกายเป็นประจำ ยากที่จะมีความต้องการออกซิเจนมากที่สุดถึง 55 ลบ. ซม./กก./นาที ได้



# การออกกำลังแบบเคลื่อนที่

ผลอีกอย่างหนึ่งคือ การเพิ่มปริมาณเลือดที่มากที่สุดที่ปั๊มจากหัวใจแต่ละครั้งและปริมาณเลือดที่มากที่สุดที่ปั๊มจากหัวใจแต่ละนาที ส่วนชีพจรสูงสุดเกือบไม่เปลี่ยนแปลงเลย ในขณะที่ออกกำลังยังไม่ได้เต็มที่ ชีพจรกลับจะลดลงเป็นสัดส่วนโดยตรงกับปริมาณเลือดที่ปั๊มจากหัวใจ แต่ละครั้งที่เพิ่มขึ้น สำหรับความแตกต่างของออกซิเจนในหลอดเลือดแดงกับหลอดเลือดดำ จะเพิ่มมากขึ้น



# การออกกำลังแบบอยู่กับที่

ความดันเฉลี่ยในหลอดเลือดแดงเพิ่มขึ้นมาก ซึ่งตรงข้ามกับพวกเคลื่อนไหวที่ แต่ขณะเดียวกันชีพจรและเลือดที่หัวใจปั๊มออกแต่ละนาทีเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยเท่านั้น และทั้งความดัน ขณะที่หัวใจบีบตัวและขยายตัวเพิ่มขึ้นทั้งคู่





# การออกกำลังกายแบบอยู่กับที่



Credit : <https://www.pobpad.com/>



# การออกกำลังกายแบบอยู่กับที่

**ผลเฉียบพลัน** การทำให้กล้ามเนื้อแขนข้างเดียวเกร็งหดตัวแบบอยู่กับที่ก็จะทำให้ความดันเฉลี่ยในหลอดเลือดแดงเพิ่มขึ้นได้มาก (50-70 มม.ปรอท) เลือดที่หัวใจปั๊มออกแต่ละนาทีเพิ่มเล็กน้อย 1-2 ลิตร/นาที ชีพจรเพิ่มขึ้นพอประมาณ 30-40 ครั้งต่อนาที เลือดที่ปั๊มออกจากหัวใจ แต่ละครั้งคงที่ การเปลี่ยนแปลงเช่นนี้ไม่เป็นปัญหาสำหรับคนหนุ่มสาวที่แข็งแรง แต่อาจเกิดอันตรายกับคนไข้ที่มีการเต้นของหัวใจไม่สม่ำเสมอ หรือคนที่มีโรคหัวใจอยู่แล้วได้



# การออกกำลังแบบอยู่กับที่

การเพิ่มชีพจรและความดันโลหิต ขณะออกกำลังแบบอยู่กับที่จะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับความเครียดที่เกิดขึ้นในกล้ามเนื้อที่กำลังออกกำลังกาย ถ้าเกร็งกล้ามเนื้ออยู่นานและกล้ามเนื้อนั้นจะขาดออกซิเจน และกล้ามเนื้อต้องกลับมาใช้พลังงานที่มีได้อาศัยออกซิเจน ฉะนั้น การออกกำลังกายชนิดนี้จึงมีขีดจำกัดมาก



# การออกกำลังแบบอยู่กับที่

**ผลภายหลัง** การออกกำลังแบบอยู่กับที่สามารถเพิ่มกำลังกล้ามเนื้อและขนาดกล้ามเนื้อได้อย่างมาก แต่ไม่มีผลทำให้ความต้องการออกซิเจนมากที่สุดเพิ่มเลย ไม่ว่าจะออกกำลังให้หนัก และนานเท่าใด ตัวอย่างเช่น นักมวยปล้ำกับนักยกน้ำหนักจะมีความต้องการออกซิเจนมากที่สุด มากกว่าคนที่ไม่ได้ออกกำลังเพียงเล็กน้อยเท่านั้น



# การออกกำลังแบบอยู่กับที่

พวกออกกำลังแบบเคลื่อนที่จะมีหัวใจที่ใหญ่กว่า และมีปริมาณออกซิเจนที่ได้จากการบีบของหัวใจแต่ละครั้งมากกว่าพวกออกกำลังแบบอยู่กับที่ เช่นฝาแฝดคู่หนึ่งฝึกการออกกำลัง คนละชนิดเป็นเวลานานปี (ยกน้ำหนักและวิ่งทน) คนที่ยกน้ำหนักมีน้ำหนักตัวมากกว่าคนวิ่งทน 16 กก. แต่นักยกน้ำหนักมีปริมาตรของหัวใจน้อยกว่านักวิ่งทน 150 ลบ.ซม. และมีความต้องการออกซิเจนมากที่สุดน้อยกว่า 0.7 ลบ.ซม./กก./นาที



# การออกกำลังกายแบบอยู่กับที่

สำหรับคนไข้ที่มีโรคหัวใจ การออกกำลังกายแบบอยู่กับที่เป็นการออกกำลังกายที่ไร้ประโยชน์ ผู้ชนิดเคลื่อนที่ไม่ได้ นอกจากนี้การออกกำลังกายอยู่กับที่อย่างหนักควรระวังหลีกเลี่ยงเสียด้วย