บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความรู้ทั่วไปที่เกี่ยวกับความดันเลือดและโรคความดันเลือดสูง

ความดันเลือด(Blood Pressure) เป็นสิ่งที่แสดงถึงการเปลี่ยนแปลงในระบบไหลเวียนเลือด โดยค่าความดันเลือดที่วัดได้ หมายถึง แรงดันที่เลือดกระทำต่อผนังหลอดเลือดแดง มีหน่วยเป็น dynes/cm^2 แต่เนื่องจากทางการแพทย์ใช้ mercury manometer เป็นเครื่องวัดจึงนิยมใช้หน่วยเป็นมิลลิเมตรปรอท(มม.ปรอท) โดยค่า 1 มม.ปรอท เท่ากับ 1,332 dynes/cm^2 ค่าความดันเลือดที่วัดโดย mercury manometer จะมี 2 ค่าคือ ค่าความดันเลือดซิสโตลิก(systolic blood pressure)ใช้แทนค่าความดันเลือดขณะที่หัวใจบีบตัว และความดันเลือดไดแอสโตลิก(diastolic blood pressure)ใช้แทนความดันเลือดขณะที่หัวใจคลายตัวโดยทั่วไปผู้ชายจะมีความดันเลือดเฉลี่ยในขณะพักเท่ากับ 120/70 มม.ปรอท [เกษม, 2532; Kaplan และคณะ, 1994] นอกจากนี้ความดันเลือดยังสามารถวัดได้โดยตรงด้วยวิธีสอดสายสวนเข้าหลอดเลือดแดง ค่าความดันที่ได้จะเป็นค่าความดันหลอดเลือดแดง(mean arterial blood pressure ; MAP)

เนื่องจากความดันเลือดเป็นผลร่วมของความต้านทานรวมของหลอดเลือดส่วนปลาย(total peripheral resistance ; TPR) กับ ปริมาณเลือดที่สูบฉีดออกจากหัวใจในเวลา 1 นาที (cardiac output ; CO) ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับปริมาณเลือดที่ถูกบีบออกจากหัวใจห้องล่างซ้ายต่อการบีบตัวแต่ละครั้ง (stroke volume ; SV)และอัตราการเต้นหัวใจใน 1 นาที(heart rate;HR) ดังสมการ

$$MAP = CO \times TPR$$

$$= SV \times HR \times TPR$$

ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงของความดันเลือดจึงเป็นตัวบ่งชี้ถึงทำงานของหัวใจและหลอดเลือด โดยค่าความดันเลือดซิสโตลิกซึ่งเป็นค่าความดันเลือดขณะหัวใจบีบตัวจะเป็นตัวแปรที่อ้างอิงถึงปริมาณเลือดที่สูบฉีดออกจากหัวใจ และค่าความดันเลือดไดแอสโตลิกซึ่งเป็นค่าความดันเลือดขณะหัวใจคลายตัวจะเป็นตัวแปรที่อ้างอิงถึงแรงต้านทานของหลอดเลือดส่วนปลายได้

โรคความดันเลือดสูง(hypertension) หมายถึง การมีภาวะความดันเลือดสูงอย่างเรื้อรัง โดยมีค่าความดันเลือดขณะพักมากกว่า 140/90 มม.ปรอท ในผู้ที่มีอายุ 18-59 ปี และมากกว่า 160/95 มม.ปรอท ในผู้ที่มีอายุมากกว่า 60 ปี [Mohrman และ Heller, 1997] จากการประชุมของ Joint national committee on detection, evaluation and Treatment of High Blood Pressure ครั้งที่ 5 ได้รายงานการแบ่งระดับของโรคความดันเลือดสูงตามค่าความดันเลือดทั้งซิสโตลิกและไดแอสโตลิกออกเป็น 4 ระดับ ดังตารางที่ 2.1 ซึ่งระดับความดันเลือดต่ำสุดที่ต้องการการวินิจฉัย หรือมีภาวะความดันเลือดสูง คือความดันเลือดที่มากกว่า 140/90 มม.ปรอท ถ้าค่าความดันเลือดซิสโตลิกและความดันเลือดไดแอสโตลิกอยู่ต่างอันดับกันให้ใช้อันดับที่สูงกว่า[JNC V., 1993]

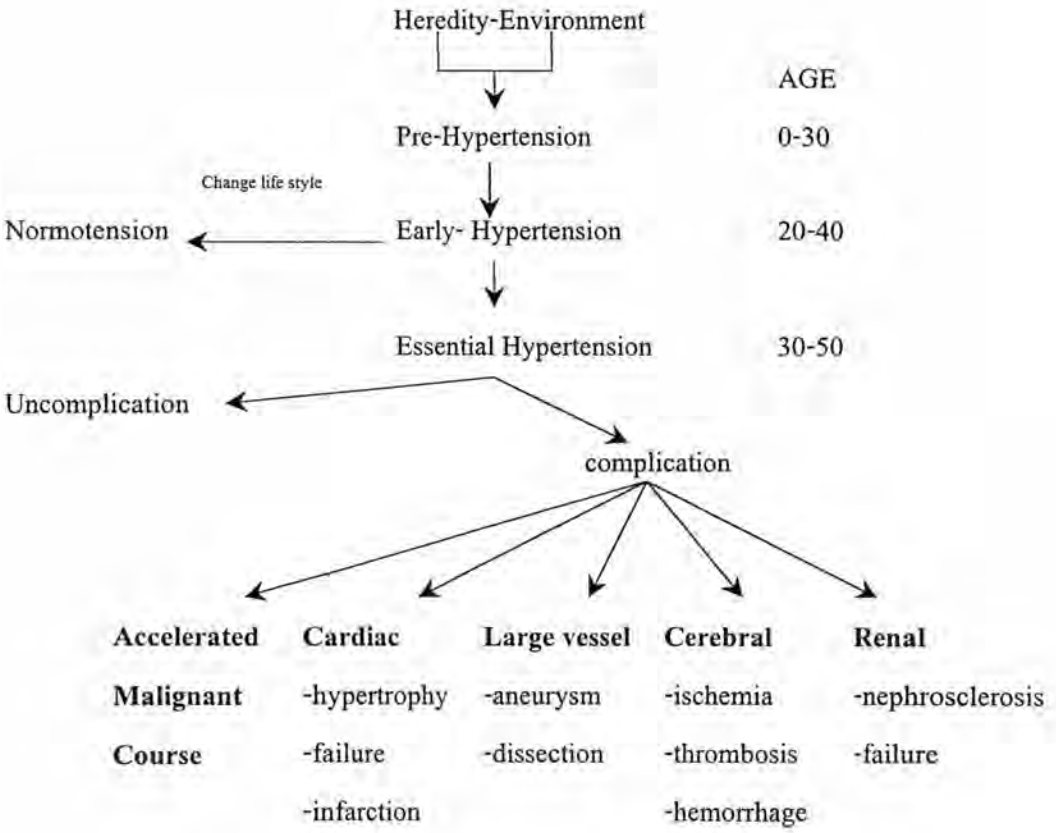
ตารางที่ 2.1 แสดงการแบ่งระดับความดันเลือดในผู้ที่อายุมากกว่า 18 ปี

*	Systolic Blood Pressure	Diastolic Blood Pressure
normal	<130	<85
high normal	130-159	85-89
hypertension		
Stage 1 (mild)	140-159	90-99
Stage 2 (moderate)	169-179	100-109
Stage 3 (severe)	189-209	110-119
Stage 4 (very severe)	>210	>120

แหล่งที่มา : Joint National Committee, The fifth report of the joint National Committee on Detection , Evaluation and Treatment of High Blood Pressure (JNC V). Arch intern. Med 1993; 153: 154-183.

โรคความดันเลือดสูงแบ่งออกเป็น 2 ชนิดคือ โรคความดันเลือดสูงชนิดทราบสาเหตุ อันเป็นภาวะความดันเลือดสูงที่เกิดขึ้นภายหลังการมีโรคอื่นมาก่อน เช่นโรคไต โรคที่เกี่ยวกับความผิดปกติของฮอร์โมน เป็นต้น จึงเรียกว่า secondary hypertension ส่วนอีกชนิดหนึ่งที่พบมากประมาณร้อยละ92-94 ของประชากรที่เป็นโรคนี้ คือ โรคความดันเลือดสูงชนิดไม่ทราบสาเหตุ หรือ primary hypertension เป็นภาวะความดันเลือดสูงโดยไม่มีสาเหตุมาจากโรคอื่น เดิมในช่วงปี ค.ศ. 1930-1940 เชื่อว่าเป็นเพียงอาการสำคัญของภาวะเลือดแดงแข็ง ซึ่งระดับความดันเลือดที่เพิ่มขึ้นเป็น

ความจำเป็นสำหรับการต้านความต้านทานของหลอดเลือดแดงที่เพิ่มขึ้น เพื่อส่งเลือดไปเลี้ยงสมองและไต จึงมักเรียกว่า essential hypertension [เกษม, 2532] จนกระทั่ง 30 ปีที่ผ่านมา จึงเริ่มมีข้อสันนิษฐานว่าจะมีจุดเริ่มต้นที่เป็นสาเหตุของโรคเอง โดยเริ่มก่อตัวขึ้นระหว่างช่วงอายุ 20-40 ปี [Lund-Johansan, 1980] หรืออาจเริ่มตั้งแต่วัยเด็ก หรือวัยทารกก็ได้ โดยมีหลักฐานที่แสดงให้เห็นว่ามีความแตกต่างของอัตราการเต้นหัวใจและมีปริมาณเลือดที่สูบฉีดออกจากหัวใจใน 1 นาทีต่อพื้นที่ผิว 1 ตารางเมตร (Cardiac Index ; CI) ระหว่างเด็กที่มีความดันเลือดปกติกับเด็กที่มีความดันเลือดสูงกว่าค่าเฉลี่ยของความดันเลือดในเด็กทั่วไป[Sehieken และคณะ ,1981; Zahka และ Neill, 1981] อย่างไรก็ตามยังคงไม่สามารถระบุสาเหตุที่แท้จริงของ essential hypertension ได้ ในปัจจุบันเชื่อว่าโรคความดันเลือดสูงชนิดนี้ส่วนหนึ่งถูกกำหนดโดยปัจจัยทางพันธุกรรม ซึ่งการเพิ่มขึ้นของความดันเลือดในเวลาต่อมาเป็นผลกระทบร่วมจากปัจจัยทางพันธุกรรมกับปัจจัยจากสิ่งแวดล้อมภายนอก เช่น การบริโภคอาหารไขมันสูง การบริโภคเกลือสูง การดื่มสุรา การสูบบุหรี่ การไม่ออกกำลังกาย และความเครียดเป็นต้น [เกษม, 2532 , Linn และ Diana, 1994] ผลที่เกิดจากปัจจัยเหล่านี้มากระทบต่อครั้ง อาจไม่มีผลเพียงพอที่จะทำให้ความดันเลือดเพิ่มสูงขึ้นขณะนั้นได้ แต่การได้รับปัจจัยเหล่านี้ซ้ำๆกัน จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงภายในระบบไหลเวียนที่ถาวรจนทำให้ภาวะความดันเลือดสูงปรากฏขึ้นในอีกหลายปีต่อมา ในบางคนพบว่าการเปลี่ยนแปลงแบบแผนความเป็นอยู่บางอย่างจะช่วยลบล้างกระบวนการเหล่านั้น กลับสู่ภาวะความเลือดปกติได้[เกษม, 2532]



รูปที่ 2.1. แสดงการดำเนินของโรคความดันเลือดสูง [เกษม, 2532]

2.2 การเปลี่ยนของระบบไหลเวียนในโรคความดันเลือดสูง

จากการศึกษาทั้งชนิด cross sectional study และ longitudinal study ในหลายช่วงอายุจากหลายการศึกษา[Anderson และคณะ, 1983; Conway และคณะ,1984; Lund-Johansan P, 1967] พอจะสรุปลักษณะการเปลี่ยนแปลงของระบบไหลเวียนเลือดใน essential hypertension จากระยะแรกไปสู่ระยะรุนแรงได้ดังนี้

1. ความดันเลือดสูงเป็นครั้งคราว และความดันเลือดสูงระดับอ่อน (borderline hypertension and mild hypertension) ในระยะนี้พบว่า HR และ CO สูงกว่าผู้ที่มีความดันเลือดปกติร้อยละ 15 ขณะที่ TPR ยังปกติ
2. ความดันเลือดสูงระดับปานกลาง (moderate hypertension)ระยะนี้พบว่า CO ลดลงสัมพันธ์กับ SV ที่ลดลงทั้งขณะพักและขณะออกกำลังกาย ขณะที่ TPR เพิ่มขึ้น สามารถตรวจพบภาวะหัวใจห้องล่างซ้ายหนาตัวได้ในบางราย ปริมาณเลือดไหลเวียนที่ไตลดลง มีกลุ่มหลอดเลือดฝอยตีบตัน สามารถตรวจพบโปรตีน(albumin)ใน ปัสสาวะได้ และอาจพบระดับกรดยูริกในเลือดสูง แต่ค่า BUN(Blood Urea Nitrogen) และ creatinine ยังคงปกติ
3. ความดันเลือดสูงระดับรุนแรง (severe hypertension) ค่าความดันซิสโตลิกขณะพักมากว่า 180 มิลลิเมตรปรอท ความดันไดแอสโตลิกมากกว่า 110 มิลลิเมตรปรอท พบว่าเริ่มมีการทำลายอวัยวะสำคัญ CO ลดลงอย่างมาก อาจมากกว่าร้อยละ 50 จากปกติ ขณะที่ TPR สูงขึ้นอย่างมาก ในระยะนี้จะไม่สามารถออกแรงมากได้ พบว่าส่วนใหญ่ไม่สามารถทำการทดสอบโดยการออกกำลังกายที่ความหนักของงานมากเกิน 150 วัตต์ได้

จะเห็นได้ว่าภาวะแทรกซ้อนของโรค เริ่มพบตั้งแต่ในระยะที่มีความดันเลือดสูงในระดับปานกลางเป็นผลสืบเนื่องมาจาก ผลของความดันในหลอดเลือดที่เพิ่มขึ้นทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางโครงสร้างของหลอดเลือด ส่งผลให้การทำงานของอวัยวะนั้นผิดปกติไป[เกษม, 2532] จากการศึกษาติดตามผู้ที่เป็นโรคความดันเลือดสูง พบว่ามีอัตราการเกิดโรคหลอดเลือดสมอง (cerebrovascular disease หรือ stroke) , โรคหลอดเลือดหัวใจ (coronary artery disease) และโรคหัวใจล้มเหลว(congestive heart failure) เพิ่มมากขึ้นตามความดันเลือดที่เพิ่มมากขึ้น[Kannel และคณะ, 1972; MacMahon และคณะ, 1990] และถ้าควบคุมความดันเลือดให้อยู่ในระดับปานกลางได้จะสามารถควบคุมความรุนแรงของภาวะแทรกซ้อนของโรคได้[Kannel และคณะ,1975] โดยพบว่าถ้าสามารถลดความดันเลือดไดแอสโตลิก 5 มม.ปรอท และลดความดันเลือดซิสโตลิก 9 มม.ปรอท สามารถลดอัตราการเกิดโรคหลอดเลือดหัวใจได้ 1-5 เท่า และลดการเกิด โรคหลอดเลือดสมองได้

1-3 เท่า [MacMahon และคณะ, 1990] ดังนั้นการตรวจพบโรคความดันเลือดสูงตั้งแต่ในระยะเริ่มแรก จึงเป็นผลดีต่อการรักษาและป้องกันภาวะแทรกซ้อน

2.3 การวินิจฉัยโรคความดันเลือดสูง

จากข้อมูลที่พบว่าความรุนแรงของโรคความดันเลือดสูงที่ไม่ได้รับการรักษา จะเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาหรืออายุของบุคคลนั้น ตลอดจนภาวะแทรกซ้อนที่เกิดจากภาวะความดันเลือดสูงทำลายอวัยวะ ทำให้วิธีการตรวจประเมินหาโรคความดันเลือดสูงตั้งแต่ในระยะเริ่มแรกเป็นที่สนใจศึกษา ซึ่งโดยทั่วไปการวินิจฉัยโรคจะพิจารณาจากค่าความดันเลือดขณะพัก ถ้าค่าความดันเลือดขณะพักมากกว่า 140/90 มม.ปรอท จัดว่ามีภาวะความดันเลือดสูงที่ต้องได้รับการวินิจฉัยต่อ แต่ค่าความดันเลือดขณะพักนี้ยังมีข้อจำกัดในการใช้วินิจฉัยโรคความดันเลือดสูงเนื่องจากความแปรผันทั้งในตัวบุคคลและระหว่างบุคคลตามปัจจัยต่างๆ เช่น ภาวะจิตใจ กิจกรรมต่างๆ สภาพร่างกาย อายุ เพศ เป็นต้น [Fanz, 1982; Landry และคณะ,1987; Lima และคณะ, 1995; Pickering และคณะ, 1982] โดยเฉพาะในรายที่เป็นความดันเลือดสูงเป็นครั้งคราว(borderline hypertension) จะมีความแปรผันของค่าความดันเลือดที่วัดได้ขณะพักเป็นอย่างมาก จากการศึกษาความสัมพันธ์ของค่าความดันเลือดที่วัดได้ในคลินิกกับค่าความดันเลือดที่วัดได้ตลอด 24 ชั่วโมง ในกลุ่มตัวอย่างที่มีความดันเลือดขณะพักอยู่ในเกณฑ์ปกติ กลุ่มตัวอย่างที่เป็นโรคความดันเลือดสูง และกลุ่มตัวอย่างที่มีความดันเลือดสูงเป็นครั้งคราว พบว่าความสัมพันธ์ดังกล่าวอยู่ในระดับดี(r> 80) เฉพาะในสองกลุ่มแรก แต่มีความสัมพันธ์ในระดับต่ำ(r<40) ในกลุ่มตัวอย่างที่มีความดันเลือดสูงเป็นครั้งคราว ข้อมูลดังกล่าวเป็นหลักฐานสนับสนุนว่าค่าความดันเลือดขณะพักไม่สามารถเป็นตัวแทนของความดันเลือดตลอด 24 ชั่วโมงได้ในผู้ที่มีความดันเลือดสูงเป็นครั้งคราว [Pickering และคณะ, 1982] ดังนั้นผู้ศึกษาหลายท่านจึงสนใจที่จะหาตัวบ่งชี้ใหม่ที่เป็นหลักฐานแสดงการเกิดโรคความดันเลือดสูงตั้งแต่ระยะเริ่มแรก

ในช่วงสิบปีที่ผ่านมาได้มีการนำความดันเลือดที่เปลี่ยนแปลงไปขณะทำการทดสอบด้วยการออกกำลังกายมาช่วยในการวินิจฉัยความรุนแรงของโรคความดันเลือดสูง ตลอดจนใช้ประเมินผลของการรักษาด้วยยาลดความดันเลือด[Landry และคณะ,1987] โดยพบว่าความดันเลือดซิสโตลิกที่สูงขึ้นขณะออกกำลังกายจากค่าขณะพักมีความสัมพันธ์กับความรุนแรงของการเกิด โรคความดันเลือดสูง[Sannarstedt และคณะ, 1969] และมีรายงานว่าในผู้ที่มีความดันเลือดสูงเป็นครั้งคราวบางรายมีความดันเลือดขณะออกกำลังกายสูงขึ้นอย่างผิดปกติ[Fanz, 1982;Wilson และMayer, 1981; Thomus และคณะ, 1982] และมีความสัมพันธ์กับการเกิดความดันเลือดสูงที่ถาวรในเวลาต่อมา

ดังนั้นจึงได้มีผู้เสนอแนวคิดว่าความดันเลือดสูงขณะออกกำลังกายที่สูงขึ้นอย่างผิดปกตินี้อาจเป็นตัวชี้วัดที่บ่งบอกความผิดปกติในระยะเริ่มแรกในผู้ที่จะเป็นโรคความดันเลือดสูงในอนาคตได้

2.4 ความดันเลือดขณะออกกำลังกายกับการคาดคะเนโรคความดันเลือดสูง

ความดันเลือดขณะออกกำลังกายหรือความดันเลือดตอบสนองต่อการออกกำลังกาย (exercise blood pressure or blood pressure response to exercise) เป็นผลลัพธ์สุทธิของสมดุลระหว่างปริมาณเลือดที่สูบฉีดจากหัวใจ และความต้านทานรวมของหลอดเลือด [เพ็ญพิมล, 2537] ซึ่งขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง ได้แก่ ชนิดของการออกกำลังกาย ความหนัก และระยะเวลาในการออกกำลังกาย อายุและระดับสมรรถภาพทางกายของแต่ละบุคคล เป็นต้น[Mohrman และHeller, 1997] โดยทั่วไปแล้วในการออกำลังกายแบบพลวัต(dynamic exercise) ปริมาณเลือดที่สูบฉีดจากหัวใจในหนึ่งนาทีเพิ่มขึ้นตามอัตราการใช้ออกซิเจนของร่างกาย (oxygen consumption) มีผลให้ความดันเลือดซิสโตลิกจะเพิ่มขึ้น ขณะที่ความต้านทานรวมของหลอดเลือดส่วนปลายมีค่าลดลงอันเป็นผลมาจากmetabolic vasodilator ทำให้เกิดการขยายตัวของหลอดเลือดในกล้ามเนื้อที่มีการออกแรง[Mohrman และHeller, 1997] ความดันเลือดไดแอสโตลิกจึงไม่เปลี่ยนแปลงหรือลดลงเล็กน้อย[Berne และLevy, 1993]

ความดันเลือดตอบสนองมากเกินปกติต่อการออกกำลังกาย (exaggerated blood pressure response to exercise) หมายถึง ค่าความดันเลือดที่วัดได้ขณะออกกำลังกายสูงสุด(maximum exercise test) ที่มีค่ามากกว่าร้อยละ 95 ของค่าเฉลี่ยที่วัดได้จากประชากรที่มีสุขภาพดี และมีค่าความดันเลือดขณะพักอยู่ในเกณฑ์ปกติ [Ellstad, 1986] หรือค่าความดันเลือดที่วัดได้ขณะออกกำลังกายสูงสุด มากกว่าค่าเฉลี่ย + 2เท่าของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าเฉลี่ยความดันเลือดของประชากรที่มีสุขภาพดี และมีความดันเลือดคณะพักปกติ [Jackson และคณะ, 1983; Sannerstedt และคณะ, 1981] กล่าวคือมีค่าความดันเลือดซิสโตลิก มากกว่า 230 มม.ปรอท ในผู้ชาย และมากกว่า 210 มม. ปรอทในผู้หญิง และ/หรือมีค่าความดันเลือดไดแอสโตลิกมากกว่า 110 มม. ปรอท ซึ่งค่าเป็นตัวเลขนี้ยังไม่ได้เป็นข้อกำหนดตายตัวที่จะใช้เป็นเกณฑ์ จึงมีความแตกต่างกันบ้างในแต่ละรายงาน

ในผู้ที่เป็นโรคความดันเลือดสูงมีหลักฐานยืนยันว่า มีความดันเลือดตอบสนองมากเกินปกติต่อการออกกำลังกาย [Franz, 1982; Sannarsladt, 1969] ขณะที่พบภาวะนี้ในผู้ที่เป็นความดันเลือดสูงเป็นครั้งคราว และในผู้ที่มีความดันเลือดขณะพักปกติบางราย และพบว่าผู้ที่มีภาวะความดันเลือดตอบสนองมากเกินปกติต่อการออกกำลังกายมีโอกาสเกิดโรคความดันเลือดสูงอย่างถาวรได้ใน

อนาคตโดยมีอัตราเสี่ยงต่อการเกิดโรคมากกว่าผู้ที่มีความดันปกติและไม่มีภาวะดังกล่าว ดังมีรายต่อไปนี้

Wilson และMeyer[1981] ทำการศึกษาย้อนหลัง ในกลุ่มตัวอย่างจากคลีนิกในเมืองดัลลาส ประเทศสหรัฐอเมริกา อายุ 25-65 ปี มีความดันเลือดขณะพักปกติ ซึ่งทำการทดสอบที่ระดับสูงสุดโดยใช้ลู่กล(Treadmill) โดยการดัดแปลงวิธีทดสอบของบาค(modified Balke protocol) ใช้ความดันเลือดซิสโตลิกมากกว่า 225 มม.ปรอท ความดันเลือดไดแอสโตลิกมากกว่า 90 มม.ปรอท เป็นเกณฑ์บ่งชี้การมีภาวะความดันเลือดตอบสนองมากเกินปกติต่อการออกกำลังกาย พบอุบัติการ ร้อยละ 20.5 หลังจากการตรวจพบ 2.7 ปี พบว่าร้อยละ 10.4 ของผู้ที่มีภาวะดังกล่าว มีความดันเลือดขณะพักอยู่ในเกณฑ์ความดันเลือดสูง คิดเป็นอัตราเสี่ยง 2.28 เท่าของผู้ที่มีความดันเลือดปกติทั้งขณะพักและขณะออกกำลังกาย

Jackson และคณะ[1983] ศึกษาย้อนหลังในกลุ่มตัวอย่างอายุ 35-57 ปี ทั้งในผู้ที่มีความดันเลือดขณะพักปกติและผู้ที่มีความดันเลือดสูง ซึ่งมาทำการทดสอบด้วยการออกกำลังกายที่คลินิกในเมืองฮุสตัน ประเทศสหรัฐอเมริกา โดยใช้จักรยานวัดงาน(Bicycle ergometer)หรือลู่กล ตามวิธีการทดสอบมาตราฐาน โดยมีข้อกำหนดเลือกศึกษาเฉพาะข้อมูลที่ผู้รับการทดสอบทำการทดสอบถึงระดับร้อยละ 90 ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุดที่คำนวนจากอายุ[90% maximum heart rate] หรือสิ้นสุดการทดสอบเมื่อมีอาการผิดปกติ และใช้เกณฑ์ความดันซิสโตลิกมากกว่า 230 มม.ปรอท และความดันไดแอสโตลิกมากกว่า 110 มม.ปรอท เป็นเกณฑ์บ่งชี้การมีภาวะความดันเลือดตอบสนองมากเกินปกติต่อการออกกำลังกาย พบอุบัติการร้อยละ 1.1 ซึ่งในจำนวนนั้นร้อยละ 43 กลับมาตรวจที่คลีนิกอีกครั้งหลังจากการตรวจครั้งแรก 2-4 ปี และพบว่าร้อยละ 51 ของผู้ที่มีความดันเลือดขณะพักปกติแต่มีความดันเลือดตอบสนองมากเกินปกติต่อการออกกำลังกาย มีความดันเลือดสูงขณะพักขณะที่พบว่าผู้ที่มีความดันเลือดปกติทั้งขณะพักและขณะออกกำลังกายมีความดันเลือดสูงขณะพักเมื่อมาตรวจครั้งที่สองเพียงร้อยละ 15 ของผู้ที่มาตรวจทั้งหมด โดยใช้การวิเคราะห์ทางสถิติแสดงให้เห็นว่าผู้ที่มีความดันเลือดขณะพักปกติแต่มีความดันเลือดตอบสนองมากเกินปกติต่อการออกกำลังกายจะมีอัตราเสี่ยงต่อการเกิดโรคความดันเลือดสูงมากกว่ากับผู้ที่มีความดันเลือดปกติทั้งขณะพักและขณะออกกำลังกาย 3 เท่า

Dlin และคณะ [1983] ศึกษาในผู้ที่มีความดันเลือดขณะพักปกติ อายุ 13-35 ปี ทำการทดสอบโดยใช้จักรยานวัดงานเพิ่มความหนักของงานทุก 3 นาที จนผู้รับการทดสอบเหนื่อยมาก ใช้

เกณฑ์ค่าความดันเลือดซิสโตลิกมากกว่า 200 มม.ปรอท และ/หรือความดันเลือดไดแอสโตลิกมากกว่า 90 มม.ปรอท เป็นเกณฑ์ตัดสินว่ามีภาวะความดันเลือดตอบสนองมากเกินปกติต่อการออกกำลังกาย และติดตาม 5.6 ปี พบว่าร้อยละ 10.6 ของผู้ที่มีภาวะดังกล่าว มีความดันเลือดสูงขณะพัก ขณะที่ไม่พบภาวะความดันเลือดสูงในผู้ที่มีความดันเลือดตอบสนองปกติต่อการออกกำลังกายเลย ด้วยวิธีวิเคราะห์ความสัมพันธ์พบว่า ค่าความสามารถในการทำนายของค่าความดันเลือดซิสโตลิกขณะออกกำลังกายเท่ากับ ร้อยละ 17.6 และค่าความสามารถในการทำนายของค่าความดันไดแอสโตลิกเท่ากับร้อยละ 14 แต่ค่าความดันเลือดขณะพักมีค่าความสามารถในการทำนายเพียงร้อยละ 4

Benbassert และ Froom [1986] ได้ศึกษาความเป็นไปได้ของการใช้ภาวะความดันเลือดตอบสนองมากเกินปกติต่อการออกกำลังกายในทำนายการเกิดความดันเลือดสูง โดยการคำนวณหาค่าความไว(sensitivity) และค่าความจำเพาะ(specificity) ของภาวะดังกล่าวกับการเกิดโรคความดันเลือดสูง พบว่ามีค่าความไวร้อยละ 24-46 และค่าความจำเพาะร้อยละ 53-95 โดยมีค่า positive predictive value ร้อยละ 10.7-52.2 และค่า negative predictive value ร้อยละ 84.6-91.0 มีค่าอัตราเสี่ยงต่อการเกิดโรค(relative risk)ในคนที่มีภาวะความดันเลือดตอบสนองมากเกินปกติต่อการออกกำลังกายเท่ากับ 2.06-3.39 เท่าของคนปกติ

Manolio และคณะ[1994] ศึกษาในกลุ่มประชากรที่เป็นโรคความดันเลือดสูง จำนวน 3,741 คน อายุ 18-30 ปี ทำการทดสอบด้วยลู่กล ใช้ค่าความดันเลือดซิสโตลิกมากกว่า 210 มม.ปรอท ในผู้ชาย และ 190 มม.ปรอท ในผู้หญิง เป็นเกณฑ์ในการแยกภาวะความดันเลือดตอบสนองมากเกินปกติต่อการออกกำลังกาย ในระยะ 5 ปีต่อมา พบว่าผู้ที่มีภาวะความดันเลือดตอบสนองต่อการออกกำลังกายมากเกินปกติ มีอัตราเสี่ยงในการพัฒนาของโรคความดันเลือดสูงมากกว่าผู้ที่ไม่มีภาวะดังกล่าว 1.7 เท่า โดยไม่มีความแตกต่างของความสัมพันธ์ของการเกิดโรคกับอายุและเพศ

การศึกษาอุบัติการการเกิดโรคความดันเลือดสูง ในผู้ที่มีภาวะความดันเลือดตอบสนองต่อการออกกำลังกายมากกว่าปกติ มีความแตกต่างในแต่ละรายงาน โดยพบอุบัติการตั้งแต่ร้อยละ 10-50 ทั้งนี้เนื่องจากความแตกต่างกันในปัจจัยหลายด้าน ได้แก่ ลักษณะประชากรที่ศึกษา เกณฑ์ที่ใช้ตัดสิน วิธีการทดสอบที่ใช้ และระยะเวลาที่ติดตาม เป็นต้น อย่างไรก็ตามทุกรายงานก็แสดงให้เห็นว่าผู้ที่มีความดันเลือดขณะพักปกติแต่มีภาวะความดันเลือดตอบสนองมากเกินปกติต่อการออกกำลังกาย ในอนาคตจะมีโอกาสเกิดโรคความดันเลือดสูงในอนาคตได้มากกว่าผู้ที่มีความดันเลือดขณะออกกำลังกายปกติ ประมาณ 2-3 เท่า

2.5 ความดันเลือดตอบสนองต่อการออกกำลังกายมากเกินปกติกับการเปลี่ยนแปลงพยาธิสภาพของระบบไหลเวียนเลือด

จากสมมติฐานที่ว่าความดันเลือดตอบสนองมากเกินปกติต่อการออกกำลังกายน่าจะเป็นอาการแสดงระยะเริ่มแรกของโรคความดันเลือดสูง จึงได้มีการศึกษาถึงความสัมพันธ์ของความดันเลือดตอบสนองมากเกินปกติต่อการออกกำลังกาย กับพยาธิสภาพที่เกี่ยวข้องกับโรคความดันเลือดสูงดังนี้

ภาวะหัวใจห้องล่างซ้ายโต (left ventricular hypertophy ; LVH)

ภาวะหัวใจห้องล่างซ้ายโต หมายถึง ภาวะที่มีดัชนีมวลหัวใจห้องล่างซ้าย (left ventricular mass index ; LVMI) มีค่ามากกว่า 134 กรัมต่อตารางเมตร สามารถพบได้ในผู้ที่เป็นโรคความดันเลือดสูงเกินระดับปานกลางถึงรุนแรง Gottdiener และคณะ [1990] พบว่าผู้ที่มีความดันเลือดขณะพักปกติแต่มีความดันเลือดตอบสนองต่อการออกกำลังกายมากเกินปกติ มีภาวะ LVH ร้อยละ 6.3 (14 ใน 22 คน) โดยค่า LVMI มีความสัมพันธ์เป็นเส้นตรงกับค่าความดันเลือดตอบสนองต่อการออกกำลังกายสูงสุด Frgola และคณะ [1993] ไม่พบภาวะ LVH ในผู้ที่เป็นความดันเลือดสูงเป็นครั้งคราว ที่มีความดันเลือดตอบสนองมากเกินปกติต่อการออกกำลังกาย แต่พบว่ามี LVMI มากกว่ากลุ่มที่ไม่มีความดันเลือดตอบสนองมากเกินปกติต่อการออกกำลังกาย ขณะที่ Lima และคณะ [1995] รายงานว่า ไม่พบความแตกต่างของลักษณะของหัวใจห้องล่างซ้ายในกลุ่มทั้งสอง

ความดันเลือดสูงระหว่าง 24 ชั่งโมง (High ambulatory blood pressure)

หมายถึง ภาวะที่ค่าความดันเลือดเฉลี่ยที่วัดได้ใน 24 ชั่วโมงมีค่าสูงกว่าค่าปกติ พบได้ในผู้ที่เป็นความดันเลือดสูงเป็นครั้งคราว และโรคความดันเลือดสูง ซึ่งได้มีรายงานว่า คนที่มีความดันเลือดขณะพักปกติ แต่มีความดันเลือดตอบสนองมากเกินปกติต่อการออกกำลังกาย มีค่าเฉลี่ยของความดันเลือดที่วัดได้ตลอด 24 ชั่วโมง สูงกว่าคนที่มีความดันเลือดตอบสนองปกติต่อการออกกำลังกาย [Lima และคณะ, 1995; Nazar และคณะ,1997]

ภาวะการมีไขมันในหลอดเลือดสูง (Hypercholesterolemia)

มีผลทำให้แรงต้านทานของหลอดเลือดเพิ่มขึ้น และเป็นปัจจัยสำคัญของการเกิดภาวะหลอดเลือดแดงแข็ง ภาวะนี้ได้ถูกนำมาศึกษาความเกี่ยวข้องกับ ความดันเลือดตอบสนองมากเกินปกติต่อการออกกำลังกายด้วย พบว่าในเด็กชายอายุ 10-18 ปี ที่มีระดับไขมันในเลือดสูง จะมีความ

ดันเลือดตอบสนองต่อการออกกำลังกายมากกว่า เด็กที่มีระดับไขมันในเลือดปกติ [Kevay และคณะ, 1997] ขณะที่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของระดับไขมันในเลือด ในผู้ใหญ่ระหว่างกลุ่มที่มีความดันเลือดตอบสนองมากเกินปกติต่อการออกกำลังกาย และไม่มีความดันเลือดตอบสนองมากเกินปกติต่อการออกกำลังกาย [Nazer และคณะ, 1997] แต่มีรายงานว่าในกลุ่มผู้หญิงที่มีน้ำหนักมาก ระดับ cholesterol มีความสัมพันธ์กับค่าความดันเลือดขณะออกกำลังกาย [Prud'homme และคณะ, 1993]

<u>การเปลี่ยนแปลงของฮอร์โมนบางตัวที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของระบบไหลเวียน</u>

Nazer และคณะ [1997] ไม่พบความแตกต่างของระดับ insulin และ catecholamine ในเลือดระหว่างผู้ที่มีความดันเลือดตอบสนองมากเกินปกติต่อการออกกำลังกาย และผู้ที่ไม่มีความดันเลือดตอบสนองมากเกินปกติต่อการออกกำลังกาย แต่พบว่า plasma renin activity, ระดับ cortisol ในเลือด และปริมาณโซเดียมใน erythocyte เพิ่มขึ้นเล็กน้อยในผู้ที่มีความดันเลือดตอบสนองมากเกินปกติต่อการออกกำลังกาย

เนื่องจากข้อมูลเกี่ยวกับการศึกษาความสัมพันธ์ของความดันเลือดตอบสนองมากเกินปกติต่อการออกกำลังกาย กับพยาธิสรีรวิทยาของระบบไหลเวียนยังมีน้อยคงจะยังไม่สามารถสรุปได้ชัดเจนว่า ความดันเลือดตอบสนองมากเกินปกติต่อการออกกำลังกายมมีกลไกอย่างไร หรือจากสาเหตุใด แต่ข้อมูลที่พบแสดงให้เห็นว่า ผู้ที่มีภาวะความดันเลือดตอบสนองมากเกินปกติต่อการออกกำลังกาย มีความเปลี่ยนแปลงบางอย่างในระบบไหลเวียนที่ยังไม่ส่งผลต่อค่าความดันเลือดขณะพัก แต่แสดงให้เห็นในขณะออกกำลังกายที่สามารถบ่งชี้การเกิดโรคความดันเลือดสูงในอนาคตได้

2.6 การใช้ exercise test สำหรับศึกษา ความดันเลือดตอบสนองมากเกินปกติต่อการออกกำลังกาย

Exercise test ที่ใช้ประเมินความเปลี่ยนแปลงระบบไหลเวียน หรือเพื่อใช้ทดสอบสมรรถภาพในการใช้ออกซิเจน (aerobic exercise fitness test) แบ่งตามความหนักได้ 2 ระดับ คือ [ลิขิต, 2536]

1) การทดสอบที่ระดับสูงสุด (maximum exercise test) หมายถึง การให้ผู้รับการทดสอบออกกำลังกายอย่างต่อเนื่อง และเพิ่มความหนักของงานจนไม่สามารถทำงานเพิ่ม หรือนำออกซิเจนเข้าได้อีก โดยดูจากอัตราการเต้นของหัวใจ และอัตราการใช้ออกซิเจนเข้าสู่ระยะคงที่ เครื่องมือที่ใช้

ทั่วไปได้แก่ ลู่กล (treadmill) จักรยานวัดงาน (bicycle ergometer) เป็นต้น ซึ่งการเพิ่มความหนักของงานจะใช้การปรับความเร็วและความชันของลู่กล หรือปรับน้ำหนักถ่วงของจักรยานวัดงานทุก ๆ หน่วยเวลาที่สม่ำเสมอ ตามข้อกำหนดของวิธีการ (protocal) ที่ใช้ ส่วนใหญ่อยู่ในช่วงเวลา 1-3 นาที ต่อ 1 ระดับ

2) การทดสอบที่ระดับต่ำกว่าระดับสูงสุด (submaximum exercise test) เป็นการทดสอบที่ผู้ทดสอบออกกำลังกายอย่างต่อเนื่อง เพิ่มความหนักของคนจนถึงระดับที่กำหนดไว้ซึ่งต่ำกว่าระดับสูงสุด โดยทั่วไปกำหนดเป็นร้อยละของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด (maximum heart rate) protocal ที่ใช้อาจจะปรับมาจาก protocal ของการทดสอบที่ระดับสูงสุด หรือใช้ protocal เฉพาะ เช่น Canadian aerobic fitness test, Astrand-rhyming bicycle ergometer test เป็นต้น

ในการศึกษาระยะแรก ความดันเลือดตอบสนองมากเกินปกติต่อการออกกำลังกายจะใช้ทดสอบด้วยการออกำลังกายสูงสุดซึ่งผู้รับการทดสอบจะต้องทำการทดสอบจนหมดแรง อัตราการเต้นหัวใจ และอัตราการใช้ออกซิเจนจะไม่เพิ่มขึ้นอีก ส่วนใหญ่แล้วผู้ทดสอบจะทำได้ไม่ถึงค่าความดันเลือดที่วัดได้จึงต่ำกว่าค่าความดันเลือดสูงสุด เกณฑ์ของค่าความดันเลือดตอบสนองมากเกินปกติต่อการออกกำลังกาย ที่ตั้งไว้อาจจะสูงไปทำให้เกิด negative predictive value เพิ่มขึ้นได้ โดยเฉพาะผู้ที่ไม่ได้ออกกำลังกายเป็นประจำจะมีข้อจำกัดในเรื่องความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ จากการศึกษาของ Jackson และคณะ [1983] เกี่ยวกับการใช้ความดันเลือดตอบสนองมากเกินปกติต่อการออกกำลังกาย เพื่อทำนายการเกิดโรคความดันเลือดสูง เขาได้ทำการทดสอบผู้ที่มีสุขภาพแข็งแรง 4,856 คน ที่ระดับร้อยละ 90 ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุดที่คำนวณได้จากอายุของผู้รับการทดสอบแต่ละคน พบว่าร้อยละ 26 ของผู้รับการทดสอบทั้งหมดไม่สามารถทดสอบถึงระดับที่กำหนด โดยมีสาเหตุเนื่องมาจากการล้าของกล้ามเนื้อขา และอีกร้อยละ 8.3 มีความผิดปกติของหัวใจ นอกจากนี้ยังมีผู้พบว่าค่าความดันเลือดไดแอสโตลิกที่วัดได้โดยทางตรงกับค่าที่วัดได้โดยอ้อมมีความสัมพันธ์กันเฉพาะที่ความหนักของการทดสอบระดับปานกลาง ดังนั้นการทดสอบด้วยการออกกำลังกายสูงสุดจึงมีข้อจำกัดในการใช้เพื่อวินิจฉัยความดันเลือดตอบสนองมากเกินปกติต่อการออกกำลังกาย

ได้มีผู้เสนอว่าการออกกำลังที่ระดับต่ำ-ปานกลางมีความเหมาะสมในทางปฏิบัติในการวินิจฉัยภาวะความดันเลือดตอบสนองมากเกินปกติต่อการออกกำลังกาย มากกว่าการออกกำลังกายสูงสุด เนื่องจากมีความสะดวกในการวัดความดันเลือด และมีความแตกต่างกันเพียงเล็กน้อยระหว่างค่าความดันเลือดไดแอสโตลิกที่วัดได้โดยตรงกับค่าที่วัดได้โดยอ้อม อีกทั้งอาศัยความร่วมมือเพียงเล็กน้อยจากผู้รับการทดสอบ[Jette′และคณะ,1987]

Jette และคณะ[1991] ศึกษาการทำนายภาวะ ความดันเลือดตอบสนองมากเกินปกติต่อการออกกำลังกาย โดยใช้การทดสอบที่ระดับต่ำกว่าสูงสุดประเมินค่าความดันเลือดตามวิธีของ Canadian aerobic fitness test ซึ่งเป็น step test พบว่าความหนักของการทดสอบมีค่าใกล้เคียงกับกิจกรรมประจำวันที่กระตุ้นให้ความดันเลือดเพิ่มสูงขึ้นจากค่าปกติ

Franz [1993] ได้ศึกษาวิธีการใช้ ergometer exercise stress test ประเมินค่าความดันเลือด พบว่าค่าความดันเลือดที่วัดได้ ณ ความหนักของงาน 100 วัตต์ และที่จุดสูงสุดของการทดสอบใช้แยกความแตกต่างของคนที่มีความดันเลือดปกติและคนที่เป็นความดันเลือดสูงได้ โดยความดันเลือดที่ความหนักของงาน 100 วัตต์ มีค่าเท่ากับ 191/106 ในผู้ชาย และ 190/107 ในผู้หญิง และระดับสูงสุดมีค่า 235/115 ในผู้ชาย และ 202/109 ในผู้หญิง ดังนั้นการทดสอบที่ระดับต่ำกว่าสูงสุดน่าจะมีความสามารถเพียงพอในการประเมินแยกภาวะความดันเลือดตอบสนองมากเกินปกติต่อการออกกำลังกายจากค่าความดันเลือดปกติได้

2.7. การทดสอบสมรรถภาพแบบออสทราน(Astrand-Rhyming bicycle ergometer test)

การทดสอบสมรรถภาพแบบออสทราน เป็นการทดสอบที่ระดับต่ำกว่าสูงสุด โดยใช้จักรยานวัดงาน ให้ผู้รับการทดสอบปั่นจักรยานด้วยความเร็วคงที่ 50 รอบต่อนาที เพิ่มความหนักของงานจากศูนย์เป็น 100-150 วัตต์ สำหรับผู้ชาย และ 75-100 วัตต์ สำหรับผู้หญิง ใช้เวลาในการทดสอบ 6 นาที หากในนาทีที่ 4 อัตราการเต้นหัวใจยังไม่ถึง 140 ครั้ง/นาที ให้ปรับน้ำหนักเพิ่มงานอีก 25-50 วัตต์ แล้วให้ผู้รับการทดสอบปั่นจักรยานไปเรื่อย ๆ อีก 1 นาที หรือจนอัตราการเต้นหัวใจคงที่จึงให้ยุติการทดสอบ นำค่าอัตราการเต้นหัวใจและความหนักของงานเมื่อสิ้นสุดการทดสอบไปเปรียบเทียบตารางมาตรฐานของออสทราน เพื่อหาค่าอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด [Rid และ Thomus, 1988]

การทดสอบชนิดนี้นิยมใช้ประเมินสมรรถภาพในการใช้ออกซิเจนในประชากรกลุ่มใหญ่ แต่ยังไม่มีรายงานการประเมินการเปลี่ยนแปลงของระบบไหลเวียนขณะทำการทดสอบ ตลอดจนไม่มีรายงานการใช้การทดสอบนี้เพื่อประเมินภาวะความดันเลือดตอบสนองต่อการออกกำลังกายมากกว่าปกติ ซึ่งความหนักของงานเมื่อสิ้นสุดการทดสอบมีค่าประมาณร้อยละ 80 ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด จึงน่าจะสามารถนำมาใช้ประมาณค่าความดันเลือดตอบสนองต่อการออกกำลังกายมากกว่าปกติได้

เนื่องจากในการศึกษาครั้งนี้ต้องการเปรียบเทียบความแตกต่างการตอบสนองความดันเลือดขณะออกำลังกายในผู้ที่มีความดันเลือดสูงขณะพักด้วย เพื่อป้องกันอันตรายที่จะเกิดจากการเพิ่มการ

ทำงานของหัวใจและการเพิ่มความดันเลือดในทันทีทันใด การทดสอบสมรรถภาพแบบออสทรานจึงถูกดัดแปลงเล็กน้อย ให้เริ่มความหนักของงานในระดับต่ำๆ ที่ 50 วัตต์ และเพิ่มความหนักของงานภายใน 1-4 นาทีแรก โดยสังเกตให้อัตราการเต้นหัวใจได้ 140-160 ในนาทีที่ 4 แล้วคงที่ความหนักของงาน ไปจนสิ้นสุดการทดสอบในนาทีที่ 6 ทั้งนี้การคงที่ความหนักของงาน 2-3 นาที ก็มีความเพียงพอที่จะทำให้เกิดภาวะคงที่ ณ.งานระดับนั้นๆ สามารถประเมินความเปลี่ยนแปลงระบบไหลเวียนเลือดได้ [Ellstead , 1986]