

บทความฟื้นฟูวิชาการ

การออกกำลังกายในเด็ก

มลรัชฐา พิทักษ์เจริญ, พ.บ.

ภาควิชาเวชศาสตร์ฟื้นฟู

คณะแพทยศาสตร์ โรงพยาบาลรามธิบดี

โดยทั่วไป เรามักจะคิดว่าธรรมชาติของเด็กจะมีกิจกรรมการเคลื่อนไหวตลอดเวลาอยู่แล้วไม่จำเป็นต้องพิจารณาให้การออกกำลังกายเป็นพิเศษ แต่ปัจจุบันวิถีชีวิตของเด็กและวัยรุ่นมีการเปลี่ยนแปลงไป คือ มีกิจกรรมการเคลื่อนไหวต่างๆ น้อยลง เนื่องจากข้อจำกัดด้านเวลาและวิวัฒนาการด้านเครื่องจักรกลที่เข้ามาช่วยในการทำกิจกรรมต่างๆ ผลที่ตามมาจากการมีกิจกรรมการเคลื่อนไหวน้อยลง จะนำไปสู่ภาวะโรคต่างๆ ได้แก่ โรคอ้วน โรคหลอดเลือดหัวใจ เพิ่มขึ้นด้วย

ดังนั้นการออกกำลังกายในเด็กจึงมีบทบาทมากขึ้น แต่ความรู้เกี่ยวกับผลทางสรีรวิทยา รวมทั้งโปรแกรมการออกกำลังกายต่างๆ ยังค่อนข้างจำกัด และบางส่วนก็ใช้องค์ความรู้ของผู้ใหญ่ ดังนั้นบทความนี้จะเสนอความรู้เกี่ยวกับการออกกำลังกายในเด็ก เพื่อเป็นประโยชน์และแนวทางสำหรับผู้สนใจ

การตอบสนองทางสรีรวิทยาต่อการออกกำลังกายในเด็ก

ในส่วนของ การตอบสนองทางสรีรวิทยาพื้นฐานต่อการออกกำลังกายจะเหมือนกันในทุกช่วงอายุ เพียงแต่จะมีความแตกต่างด้านปริมาณการตอบสนอง ซึ่งสัมพันธ์กับอายุ การเจริญเติบโตและพัฒนาการ

1. การตอบสนองต่อการออกกำลังกายแบบ aerobic และ anaerobic

ความสามารถสูงสุดในการออกกำลังกายแบบ aerobic (maximal aerobic power)

ถ้าใช้ปริมาณการใช้ O_2 สูงสุด ($VO_2 \text{ max.}$) เป็นตัวบ่งชี้แล้ว จะพบว่า maximal aerobic power ในเด็กน้อยกว่าผู้ใหญ่ เนื่องจากเด็กมีน้ำหนักตัวน้อยกว่า จึงควรใช้ปริมาณการใช้ O_2 สูงสุด ต่อน้ำหนักตัว ($VO_2 \text{ max./kg. body weight}$) ซึ่งผลในเด็กจะพอๆ กับวัยรุ่นและผู้ใหญ่ตอนต้น แต่พบว่าในเด็กผู้หญิงก่อนวัยเจริญพันธุ์จะมี VO_2

max./kg. สูงกว่าในช่วงวัยรุ่นและผู้ใหญ่ตอนต้น

ในกรณีที่ทำ submaximal aerobic exercise พบว่าเด็กต้องการ O_2 มากกว่าผู้ใหญ่^(1,2) เช่น การเดินและวิ่งในระดับความเร็วที่กำหนด metabolic cost ในเด็กจะมากกว่า นอกจากนี้อัตราการเผาผลาญพลังงานขณะพัก (resting metabolic rate) ในเด็กก็สูงกว่าผู้ใหญ่แสดงถึงว่าเด็กมีลักษณะการใช้พลังงานที่สิ้นเปลืองกว่า ทำให้พลังงานสำรอง (energy reserve) ระหว่าง submaximal และ maximal aerobic power น้อย⁽¹⁾ เด็กจึงมีปัญหากล้า (fatigue) เมื่อทำกิจกรรมที่ใช้เวลานาน

สรุป โดยรวมแล้วเด็กจะด้อยกว่าผู้ใหญ่ในด้าน การออกกำลังกายแบบ aerobic

ความสามารถในการออกกำลังกายแบบ anaerobic

ความสามารถในการทำกิจกรรมที่รุนแรงและรวดเร็ว (anaerobic task) ในเด็กจะน้อยกว่าผู้ใหญ่^(1,2,3) และความสามารถดังกล่าวจะเพิ่มขึ้นตามอายุ

ระดับความเข้มข้นของ CP, ATP และ glycogen ในกล้ามเนื้อขณะพักของเด็กจะเหมือนในผู้ใหญ่ อัตราการใช้ ATP และ CP ก็ไม่แตกต่าง แต่อัตราการใช้ glycogen ในเด็กจะต่ำมาก ซึ่งก็มีผลทำให้ระดับกรดแลคติกที่เกิดจากขบวนการ glycolysis ต่ำเช่นกัน เนื่องจากการทำงานของเอนไซม์ phosphofructokinase ในกล้ามเนื้อเด็กต่ำกว่าผู้ใหญ่

นอกจากนี้แล้ว เด็กจะไม่สามารถปรับระดับ base excess ที่เปลี่ยนแปลงไปจากการเพิ่มระดับ H^+ ในร่างกายหลังทำกิจกรรมแบบ anaerobic⁽¹⁾ ซึ่งก็เป็นข้อบ่งชี้หนึ่งว่าเด็กไม่เหมาะสำหรับการทำกิจกรรมแบบ anaerobic โดยเฉพาะงานที่ขึ้นกับอัตราการใช้ glycogen

ลักษณะการตอบสนองอื่นๆ ในเด็ก ที่แตกต่างจากผู้ใหญ่ คือ เด็กจะถึง steady state เร็วกว่า มี O_2 deficit น้อยกว่า เมื่อร่วมกับระดับกรดแลคติกที่ต่ำ

ทำให้เด็กฟื้นตัวหลังการออกกำลังกายได้เร็วกว่า

2. การตอบสนองของระบบหัวใจและหลอดเลือด

เด็กมี stroke volume ขณะพัก ขณะออกกำลังกายแบบ submaximum และ maximum ต่ำกว่าผู้ใหญ่ แม้ว่าอัตราการเต้นของหัวใจจะสูงกว่า แต่โดยรวมแล้ว cardiac output ก็คงต่ำกว่าผู้ใหญ่ที่ระดับการใช้ O_2 ต่างๆ

ปริมาณเลือดที่ไปเลี้ยงกล้ามเนื้อที่ใช้ในการออกกำลังกายในเด็กมากกว่าผู้ใหญ่ ซึ่งก็เป็นการปรับตัวเพื่อทดแทนกับปริมาณ cardiac output ที่ต่ำ และใช้อธิบายความแตกต่างของปริมาณ O_2 ในระบบหลอดเลือดแดงและดำ

ในขณะที่ออกกำลังกาย ระดับความดันโลหิต โดยเฉพาะความดัน systolic ในเด็กจะต่ำ แต่ก็ไม่มีผลต่อความสามารถในการออกกำลังกายในเด็ก

3. การตอบสนองของระบบการหายใจ

ระบบการหายใจในเด็กมีประสิทธิภาพน้อยกว่าผู้ใหญ่ ผลแตกต่าง คือ เด็กมี minute ventilation มากกว่า ที่ระดับ VO_2 และ VCO_2 ต่างๆ กัน^(1,2) แสดงถึงประสิทธิภาพการใช้ O_2 จากอากาศที่หายใจเข้าไปน้อยกว่า เนื่องจากเด็กหายใจตื้นและเร็ว ดังนั้นสัดส่วนของ tidal volume ต่อ vital capacity ช่วงออกกำลังกายเต็มที่จะต่ำ แต่สัดส่วนของ dead space ต่อ tidal volume ขณะออกกำลังกายเหมือนกับผู้ใหญ่

ผลเสียของการที่เด็กมี minute ventilation มากกว่า คือ ทำให้ปริมาณการใช้ O_2 สำหรับการหายใจเพิ่มขึ้น ซึ่งก็มีส่วนทำให้ปริมาณการใช้ O_2 ช่วงออกกำลังกายมากขึ้น

4. การตอบสนองของระบบควบคุมอุณหภูมิ

บทบาทของระบบควบคุมอุณหภูมิในช่วงออกกำลังกาย คือ เพื่อระบายความร้อนที่เกิดจากการเผาผลาญพลังงาน (metabolic heat) ซึ่งเกิดขึ้นสัมพันธ์กับความรุนแรงและระยะเวลาในการออกกำลังกาย โดยปริมาณความร้อนต่อมวลของร่างกาย (body mass) ในเด็กจะมากช่วงทำกิจกรรม ซึ่งการระบายความร้อนนี้ ก็โดยผ่านการระเหยของเหงื่อ

อัตราการระเหยเหงื่อในเด็กจะน้อยกว่าผู้ใหญ่ เนื่องจากต่อมเหงื่อยังทำงานได้ไม่ดี นอกจากนี้ระดับ

อุณหภูมิส่วนกลางของร่างกาย (core temperature) ที่จะกระตุ้นการหลั่งเหงื่อ (threshold for perspiration) ในเด็กก็สูงกว่า

วิธีการอื่นๆ ที่ใช้เพื่อระบายความร้อน คือ โดยการนำ การพา และการแผ่รังสี ซึ่งขึ้นกับพื้นที่ผิวของร่างกาย และความแตกต่างของอุณหภูมิของผิวหนังและสิ่งแวดล้อม และเนื่องจากพื้นที่ผิวของเด็กเมื่อเทียบกับมวลของร่างกายแล้วมากกว่าในผู้ใหญ่ การแลกเปลี่ยนความร้อนจึงมากกว่า ซึ่งก็มีประโยชน์ในสภาวะอากาศปานกลางหรืออุ่น แต่ทำให้เกิดปัญหาเมื่ออุณหภูมิของสิ่งแวดล้อมสูงกว่าอุณหภูมิที่ผิวหนัง หรือในภาวะอากาศเย็น นอกจากนี้ระบบการไหลเวียนโลหิตในเด็กยังทำงานได้ไม่ดี (hypokinetic circulation) จึงมีผลจำกัดเลือดที่ไหลเวียนไปที่ผิวหนัง ทำให้การพาความร้อนจากร่างกายไปยังผิวหนังได้น้อย

ดังนั้นเมื่อเด็กออกกำลังกายมากๆ ในวันที่อากาศร้อนและชื้น ซึ่งการระบายเหงื่อเป็นไปได้น้อย จะทำให้เกิดปัญหาจากความร้อนได้ โดยจากการศึกษาของ American Academy of Pediatrics พบว่า จะเกิดภาวะเจ็บป่วยจากความร้อนกับเด็กมากขึ้น เมื่อทำการแข่งขันนาน > 30 นาที โดยเฉพาะเมื่ออากาศร้อนและชื้น⁽⁴⁾

การปรับตัวของเด็กต่อการออกกำลังกายในสภาวะอากาศร้อน (acclimatization to exercise in the heat) ก็น้อยกว่าผู้ใหญ่ จึงต้องใช้เวลาแก่เด็กเพื่อการปรับตัว มิฉะนั้นจะเกิดภาวะเจ็บป่วยจากความร้อน เช่น heat stroke ได้ ซึ่ง American Academy of Pediatrics แนะนำว่า เมื่อเด็กออกกำลังกายในสภาวะอากาศร้อน ควรจำกัดความรุนแรงและระยะเวลาการทำในช่วงแรก แล้วค่อยๆ เพิ่มขึ้นในช่วงเวลา 10-14 วัน เพื่อให้เด็กปรับตัว⁽⁴⁾

อีกภาวะหนึ่งที่ต้องระวัง คือ ภาวะขาดน้ำ (hypohydrate) เพราะจะยิ่งทำให้อัตราเสี่ยงต่อการเกิด heat stroke และภาวะเจ็บป่วยอื่นๆ จากความร้อนเพิ่มขึ้น โดยเด็กจะมีอัตราเพิ่มของอุณหภูมิส่วนกลางของร่างกายมากกว่าผู้ใหญ่ ซึ่งวิธีป้องกัน คือ ต้องให้น้ำทดแทนเป็นช่วงๆ ทุก 15-20 นาที^(1,4)

การรับรู้ระดับความรุนแรงของการออกกำลังกาย (exercise perception) และการฟื้นตัวหลังการออกกำลังกาย

เด็กมีอัตราเพิ่มระดับความรู้สึกเหนื่อย จากการออกกำลังกาย (rate of perceived exertion = RPE) ต่ำกว่าในผู้ใหญ่ โดยในระดับการเดินของหัวใจเท่าๆ กัน เด็กจะบอกระดับความเหนื่อยต่ำกว่า ยกเว้นเด็กช่วงอายุ 7-9 ปี ซึ่งจะบอกระดับความเหนื่อยสูงกว่าช่วงอายุ 10-12 ปี

การที่เด็กมี RPE ต่ำก็เนื่องจากระดับกรดแลคติกภาวะ acidosis และ O_2 deficit เกิดน้อยกว่า

นอกจากนี้เด็กยังมีการฟื้นตัวหลังออกกำลังกายเร็วกว่าผู้ใหญ่โดยพบว่าหลังจากทำกิจกรรมที่หนักเต็มที่แล้ว เด็กจะกลับฟื้นตัวมาทำกิจกรรมดังกล่าวได้อีก 30-45 นาทีหลังทำครั้งแรก ซึ่งก็เพราะ O_2 deficit และระดับกรดแลคติกต่ำ

สรุป ผลการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาต่อการออกกำลังกายในเด็ก ดังตารางที่ 1

การให้โปรแกรมการออกกำลังกายสำหรับเด็ก (exercise prescription)

ในเด็กปกติไม่จำเป็นต้องให้โปรแกรมการออกกำลังกาย เพราะกิจกรรมปกติของเด็กก็เพียงพอที่จะคงระดับความสมบูรณ์ของร่างกาย

แต่มีเด็ก 2 กลุ่มที่ต้องการการชี้แนะและวางแผนการออกกำลังกาย ได้แก่ เด็กที่ป่วยหรือสูญเสียความสามารถทางกาย (disabled children) และเด็กที่ต้องการฝึกเพื่อเป็นนักกีฬา

ความแตกต่างที่ต้องคำนึงถึงเมื่อวางแผนการออกกำลังกายในเด็ก คือ เด็กไม่ต้องการแรงจูงใจมาก และเด็กไม่ชอบทำกิจกรรมชนิดเดียวกันนานๆ เช่น เดิน วิ่ง หรือว่ายน้ำระยะทางไกลๆ เด็กมักจะเลือกกิจกรรมที่ทำเป็นช่วงๆ สลับกับพักช่วงสั้นๆ

การให้โปรแกรมการออกกำลังกายในเด็ก จะต้องกำหนดความรุนแรง ระยะเวลาความถี่ และรายละเอียดอื่นๆ สิ่งที่สำคัญ คือ การกำหนดความรุนแรง ซึ่งมีผู้

สรีรวิทยา	ผลการเปลี่ยนแปลงเปรียบเทียบกับผู้ใหญ่
ระบบการเผาผลาญพลังงาน	
ระบบ aerobic	
VO_2 max. ($L \cdot min^{-1}$)	ต่ำกว่า
VO_2 max. ($ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$)	เหมือนกัน
submaximal O_2 demand in running or walking	สูงกว่า
ระบบ anaerobic	
อัตราการสลาย glycogen	
ระบบหัวใจและหลอดเลือด	
cardiac output	ต่ำกว่า
ระบบหายใจ	
submaximal ventilation	สูงกว่า
ระบบควบคุมอุณหภูมิ	
อัตราการขับเหงื่อ	ต่ำกว่า
การปรับตัวต่อสภาวะอากาศร้อน	ช้ากว่า
ความทนต่อสภาวะอากาศร้อน	สั้นกว่า
ความร้อนในอุณหภูมิส่วนกลางของร่างกายระหว่างที่มีภาวะขาดน้ำ	สูงกว่า
อัตราการรับรู้ความรู้สึกเหนื่อย	ต่ำกว่า

ตารางที่ 1 : การเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาต่อการออกกำลังกายในเด็ก⁽²⁾

พยายามใช้ RPE เพื่อบอกระดับความรุนแรง แต่เนื่องจากเด็กมีความสนใจสั้น (short attention span) การคาดหวังให้เด็กทำตามโปรแกรมอาจเป็นไปได้

การใช้ตารางเปรียบเทียบพลังงานที่ใช้กับกิจกรรมที่ทำ (caloric equivalent of activities) จะต้องคำนึงถึงน้ำหนักตัว และไม่ควรถือตารางเปรียบเทียบของผู้ใหญ่ ส่วนสมการเพื่อประเมินค่า VO_2 และพลังงานที่ใช้สำหรับผู้ใหญ่ ก็ไม่ควรนำมาใช้กับเด็ก แม้จะปรับตามมวลของร่างกายแล้ว เพราะ VO_2 ที่ใช้ในการเดินและวิ่งในเด็กมากกว่าผู้ใหญ่ ถ้าใช้สมการของผู้ใหญ่ค่าที่ได้จะต่ำกว่าที่เป็นจริง⁽⁴⁾

สำหรับเด็กป่วย หรือ สูญเสียความสามารถทางกาย ทำให้เกิดภาวะ hypoactivity อาจจะต้องให้โปรแกรมออกกำลังกายที่เฉพาะ และต้องการแรงกระตุ้น รวมทั้งต้องปรับเปลี่ยนทัศนคติและท่าทีของพ่อแม่ด้วย

ส่วนเด็กที่ต้องการฝึกเพื่อเป็นนักกีฬา จะมีโอกาสเสี่ยงที่จะเกิดการใช้ weight training ก่อนช่วงอายุที่เหมาะสม ซึ่ง AAP ก็ไม่แนะนำให้ใช้ในเด็กก่อนวัยเจริญพันธุ์ (prepubescent) ถ้าจะใช้ต้องมีผู้ฝึกสอนที่ถูกต้อง แต่ถ้าเป็นไปได้ควรหลีกเลี่ยง weight lifting จนกว่าเด็กจะมี maturity ถึง Tanner stage 5⁽⁴⁾ และให้เน้นการเพิ่มจำนวนครั้งที่ทำ โดยใช้น้ำหนักน้อย (low resistance)

ข้อควรระวังในการออกกำลังกายในเด็ก

เนื่องจากเด็กมี metabolic level ขณะทำ submaximal walking และ running สูงกว่าผู้ใหญ่ ทำให้เกิดความร้อนในร่างกายจำนวนมาก แต่เด็กมีความสามารถในการขับเหงื่อเล็กน้อยมีพื้นที่ผิวต่อมวลร่างกายมาก รวมทั้งมีระบบหัวใจและหลอดเลือดที่ยังไม่สมบูรณ์ ทำให้ความทนทานต่อการออกกำลังกายในสภาวะอากาศร้อนต่ำ และมีโอกาสเกิด heat stress ได้มาก

AAP แนะนำว่า ขณะออกกำลังกาย เด็กควรสวมเสื้อผ้าที่เนื้อเบา ทำจากวัสดุที่ซึมซับได้ดี เพื่อระบายเหงื่อ และควรจะลดกิจกรรมที่ต้องทำนานมากกว่า 30 นาทีในสภาวะที่อากาศชื้นและร้อน⁽⁴⁾

นอกจากนี้ก็ต้องระวังการเกิด overuse injury เนื่องจากเนื้อเยื่อเด็กยังเป็นเนื้อเยื่อที่กำลังเจริญเติบโต (growth tissue)⁽⁴⁾

การออกกำลังกายเพื่อการทดสอบ (exercise test)

การออกกำลังกายเพื่อการทดสอบ ทำได้ทั้งในเด็กปกติและเด็กป่วย โดยในเด็กปกติใช้ทดสอบเพื่อประเมินความสามารถในการทำกิจกรรม (physical work capacity) เพื่อดูปัจจัยเสี่ยงในการเกิดโรคหลอดเลือดหัวใจและโรคความดันโลหิตสูง

ส่วนในเด็กป่วยก็ใช้เพื่อประเมินความสามารถในการทำกิจกรรม โดยร่วมกับการประเมินดูอาการ ใช้ประเมินดูประสิทธิภาพของยาที่ใช้ขณะทำกิจกรรม เช่น ยาควบคุมอาการหอบ ยาควบคุมเบาหวาน และยังใช้ทดสอบเพื่อให้เด็กและพ่อแม่เกิดความมั่นใจและมีแรงจูงใจในการออกกำลังกาย^(1,3,4)

มี 2 กรณี ที่ใช้การออกกำลังกายเพื่อการทดสอบในการวินิจฉัยโรค คือ โรคหอบหืด และการขาด growth hormone⁽¹⁾

ข้อห้ามสำหรับการออกกำลังกายเพื่อการทดสอบ

ในเด็ก (4)

1. เด็กที่เป็นหอบหืด และมีอาการเหนื่อยขณะพัก หรือมี FEV₁ หรือ peak respiratory flow < 60%
2. มีภาวะ acute renal disease
3. เด็กที่เป็น hepatitis
4. เด็กที่เป็น insulin-dependent DM ซึ่งไม่ได้รับ insulin ตามใบสั่งแพทย์หรือเกิดภาวะ ketoacidosis

วิธีการทดสอบ

การเลือกชนิด ergometer

ในเด็กอายุ ≥ 8 ปี สามารถทดสอบโดยการใช้ treadmill, cycle ergometer หรือ step test แต่ในเด็กเล็กควรใช้ treadmill เพื่อการทดสอบ^(1,3,4) โดยเฉพาะเพื่อต้องการทำ all-out test เนื่องจากเด็กเรียนรู้การวิ่งบน treadmill ได้ง่ายกว่าการถีบ cycle ergometer หรือ step test ซึ่งจะต้องคงจังหวะให้สม่ำเสมอตามเครื่อง นอกจากนี้กล้ามเนื้อต้นขาของเด็กยังไม่แข็งแรงดี ทำให้เกิดอาการล้าของกล้ามเนื้อเวลาทำ cycle ergometer ได้ง่ายจนต้องหยุดทำก่อนที่จะถึงจุดสูงสุด

การเลือก protocol

การทดสอบเพื่อดูความสามารถสูงสุดในการออกกำลังกายแบบ aerobic (maximal aerobic power)

มีหลักการ 2 ข้อ ในการเลือก protocol (1)

1. ใช้เวลาทั้งหมดไม่น้อยกว่า 6 นาที และไม่
เกิน 10 นาที

2. ความรุนแรงและระยะเวลาในการทำ

2.1 ความรุนแรงต้องเหมาะกับ body dimension ของเด็กอายุต่าง ๆ กัน เนื่องจาก lean body mass ในเด็กมีความแตกต่างกันมากจึงยากที่จะกำหนด power load ที่เหมาะสมสำหรับเด็กแต่ละคน ควรใช้วิธีการค่อยๆ เพิ่มความหนัก (load) ขึ้นมากกว่าที่จะใช้ความหนักเต็มที่ ในครั้งเดียว (single-stage protocol) ส่วนการเลือก load เริ่มแรก และการเพิ่ม load ขึ้นกับความสูงและพื้นที่ผิวของเด็กแต่ละคน

2.2 ระยะเวลาในการทำแต่ละ stage ควรใช้เวลา 2 นาที เนื่องจากเด็กมีความสนใจสั้นและเด็กจะถึง steady state เร็วกว่าผู้ใหญ่

แต่ถ้าต้องการดู final load ก็ใช้เวลา 1 นาที ในแต่ละ stage (1-min.stage) สำหรับโปรแกรมการทดสอบโดยใช้ treadmill เพื่อดู submaximal และ maxi-

mal HR, VO_2 และปัจจัยอื่นๆ ในเด็ก 6-15 ปี ตามตารางที่ 2 ⁽¹⁾

สำหรับการทดสอบในเด็ก 3-6 ปี จะใช้ step test ขนาด 25-30 ซม. ในระดับความเร็ว 30 ครั้ง/นาที โดยใช้ เวลาแต่ละระดับ 5 นาที

ในทางปฏิบัติมีการใช้ Bruce treadmill test ซึ่งก็ได้ผลดี และมีค่าปกติสำหรับเด็ก 4-18 ปี ทั้งชายและหญิง โดยใช้เวลาแต่ละระดับ 3 นาที เพื่อจะได้มีเวลาตัดสินว่า จะให้ทำต่อ หรือหยุดดังตารางที่ 3 ⁽³⁾

การดูว่าเด็กทำได้ถึง true VO_2 max หรือไม่ ก็ โดยดูการเพิ่ม VO_2 ในช่วง stage สุดท้าย เทียบกับ stage ก่อนหน้านั้น ซึ่งปกติในผู้ใหญ่ไม่ควรเพิ่มน้อยกว่า 150 มล. สำหรับในเด็กใช้ค่า 50 % ของผู้ใหญ่ และในเด็กพบว่า VO_2 max. มักจะไม่มีจุดคงตัว (plateau)

ส่วนข้อบ่งชี้อื่นๆ เพื่อดูว่าเด็กออกกำลังถึง maximal aerobic power คือ อัตราการเต้นของหัวใจถึงระดับ 95% ของ อัตราการเต้นหัวใจสูงสุดในอายุนั้นๆ (200-อายุ(ปี)) ซึ่งในเด็กก็พบว่าอัตราการเต้นของหัวใจไม่

ความสูง (ซม.)	ความเร็ว (กม./ชม.)	ความชันเริ่มแรก (%)	การเพิ่มความชัน (%)	ระยะเวลาแต่ละ stage (นาที)
≤ 109.9	4	10	2.5	2
110 - 129.9	5	10	2.5	2
130 - 149.9	6	10	2.5	2
≥ 150	6	หญิง 10 ชาย 12.5	2.5	2

ตารางที่ 2 : โปรแกรมการออกกำลังกายเพื่อการทดสอบสำหรับ all-out treadmill walking test กำหนดตามความสูงของเด็ก

ระดับที่	ความเร็ว (กม./ชม.)	ความชัน (%)	ระยะเวลาแต่ละระดับ (นาที)
1	2.7	10	3
2	4.0	12	3
3	5.5	14	3
4	6.6	16	3
5	8.0	18	3
6	8.8	20	3
7	9.7	22	3

ตารางที่ 3 : โปรแกรมการทดสอบเพื่อวัด VO_2 max. โดย Bruce Treadmill Protocol

เหมาะที่จะใช้แทนค่า $VO_2 \max.$ ⁽³⁾ เพราะความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเต้นของหัวใจและอัตราการทำงานหรือออกกำลัง มีผลจากสิ่งแวดล้อมโดยเฉพาะอุณหภูมิ ผลจากอารมณ์ และประสิทธิภาพการเคลื่อนไหวมาเกี่ยวข้อง สำหรับการใช้ submaximal test เพื่อดู maximal aerobic power จะเหมาะสมก็เมื่ออัตราการเต้นหัวใจสูงสุดอยู่ในค่าปกติ แต่ก็พบว่าการใช้ submaximal exercise เพื่อใช้ดู $VO_2 \max.$ ค่าที่ได้จะมากหรือน้อยกว่าที่ควรจะเป็น >15%⁽²⁾

การทดสอบเพื่อดู anaerobic threshold⁽¹⁾

โดยดูการเปลี่ยนแปลงการหายใจ (ventilatory change) หรือดูระดับกรดแลคติก ในเลือดเหมือนในผู้ใหญ่ เพียงแต่ในเด็กจะใช้ระดับกรดแลคติก <4 มล. เพราะการสะสมกรดแลคติก ในเด็กน้อยกว่า และระยะเวลาในแต่ละ stage ควรจะนานขึ้น คือ 2-4 นาที และมีช่วงพักระหว่างทำ

วิธีการทดสอบ เพื่อดูความสามารถในการออกกำลังกายแบบ anaerobic โดยใช้ ergometer ทำในขนาดความเร็วมากที่สุดเท่าที่ทำได้ที่ระดับ resistance คงที่ นาน 30 วินาที และประเมินดู peak power output ใน 5 วินาที ดู mean power ใน 30 วินาที และดูดัชนีความล้า (fatigability index)

ส่วนการออกกำลังกายเพื่อการทดสอบ สำหรับการวินิจฉัยโรค หรือ เพื่อวัตถุประสงค์อื่นๆ จะไม่กล่าวในที่นี้

สรุป

การออกกำลังกายในเด็กเป็นสิ่งที่กำลังมีบทบาทมากขึ้น เช่นเดียวกับในผู้ใหญ่ การมีความรู้และความเข้าใจ

ใจเกี่ยวกับการตอบสนองทางสรีรวิทยา รวมทั้งวิธีการออกกำลังกายเพื่อการทดสอบก็จะเป็นประโยชน์ส่วนหนึ่งที่จะนำไปประยุกต์ใช้ต่อไป

เอกสารอ้างอิง

1. Bar-or O. Importance of differences between children and adults for exercise testing and exercise prescription. In: Skinner JS. ed. Exercise testing and exercise prescription for special cases. Philadelphia : Lea & Febiger, 1993 : 57-31.
2. Bar-or O. Exercise in childhood. In: Walsh RP. and Shephard RJ, eds. Current therapy in sports medicine 1985-1986. Toronto : C.V. Mosby, 1985: 125-7.
3. Kemper HCG. Exercise and training in childhood and adolescence. In: Torg JS, Welsh RP. and Shephard RJ. eds. Current therapy in sports medicine - 2. Toronto : B.C. Decker Inc, 1990 : 11-6.
4. Zwiren LD. Exercise prescription for children . In : American college of sports medicine. Resource manual for guidelines for exercise testing and prescription. Philadelphia : Lea & Febiger, 1993 : 409-25.
5. Webb DR. Strength training in children and adolescents. In : Hergenroeder AC. and Garrick JG. eds. Prediatr Clin North Am. 1990; 37:1195-207.