บทที่ 2

ทฤษฎีและการวิจัยอื่นที่เกี่ยวข้อง

005949

สำหรับการวิจัยเรื่องนี้เท่าที่ผู้วิจัยได้พยายามศึกษาค้นคว้าโดยใช้เวลานานพอสมควร แต่ก็ยังไม่พบว่าในประเทศไทยได้มีผู้หนึ่งผู้ใดทำการวิจัยเกี่ยวกับเรื่องนี้ไว้โดยตรง โดยเฉพาะอย่างยิ่งการวิจัยเรื่องนี้ ได้อาศัยความรู้ในด้านต่าง ๆ เช่นความเข้มแห่งการส่องสว่างและนัยน์ตา ขนาดตัวอักษรและอัตราเร็วในการอ่าน รวมทั้งประสิทธิภาพในการขีดฆ่าอักษร ดังได้กล่าวไว้แล้วในบทนำ อย่างไรก็ตามการค้นคว้าความรู้ในด้านต่าง ๆ เพื่อประกอบการวิจัยเรื่องนี้ พอจะประมวลทฤษฎีและการวิจัยอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องไว้ได้บ้างดังนี้

ความเข้มแห่งการส่องสว่างและนัยน์ตา

ความสำคัญของสภาพแสงสว่างที่เหมาะสมในการอ่านนั้นมิใช่ขึ้นอยู่กับการมีแสงสว่างมาก หรือไม่มีแสงสว่างเลย และนัยน์ตาจะมองเห็นหรือมองไม่เห็น แต่จะขึ้นอยู่กับองค์ประกอบต่าง ๆ หลายชนิด เช่น ลักษณะของต้นกำเนิดแสง ลักษณะของวัตถุที่รับแสง และลักษณะของสายตา สำหรับการวิจัยและการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับเรื่องนี้ได้มีผู้เขียนรายงานไว้เป็นจำนวนมาก ผู้วิจัยจะได้นำเสนอบางเรื่องที่เกี่ยวข้องจริง ๆ ตามลำดับก่อนหลังของปีที่เอกสารได้พิมพ์ความรู้นั้น ๆ ออกเผยแพร่ ดังนี้

Miles A. Tinker[1] ได้สรุปผลการวิจัยไว้ว่า จะต้องใช้ความเข้มแห่งการส่องสว่างอย่างน้อยที่สุดประมาณ 7 ฟุต-แรงเทียนจึงจะทำให้อ่านตัวพิมพ์ ขนาด 7 ปอยท์ในหนังสือพิมพ์ ได้โดยอัตราเร็วในการอ่านไม่ลดต่ำลง แต่ถ้าความเข้มแห่งการส่องสว่าง

---

[1] Miles A.Tinker,"Illumination Intensities for Reading Newspaper Type", Journal of Educational Psychology, 34:247-250, April 1943.

น้อยกว่านี้ จะทำให้อ่านได้ช้าลง และถ้าใช้ความเข้มแห่งการส่องสว่าง 7 ฟุต-แรงเทียนหรือมากกว่านั้น จะไม่ทำให้เห็นความแตกต่างของอัตราเร็วในการอ่านอันเนื่องมาจากอิทธิพลของการเปลี่ยนแปลงความเข้มแห่งการส่องสว่าง และได้เสนอแนะไว้ว่า เด็ก ๆ ไม่ควรอ่านหนังสือในที่ซึ่งมีความเข้มแห่งการส่องสว่างน้อยกว่า 7 ฟุต-แรงเทียน ส่วนแสงสว่างที่จะอ่านได้อย่างปลอดภัย คือ แสงสว่างที่มีความเข้ม 15-20 ฟุต-แรงเทียน

Constance M. McCullough และคนอื่น[2] ได้รายงานว่า นักบริหารสามารถที่จะปรับปรุงการอ่านให้ดีขึ้นได้ด้วยการจัดแสงสว่างให้เหมาะสม และได้สรุปผลการวิจัยของ Luckiesh and Moss. เกี่ยวกับเรื่อง Reading As A Visual Task (New York: D. Van Nostrand Co.,Inc.,1942) ไว้ว่า การอ่านที่เรียกว่าเหมาะสมนั้นก็คือการจัดให้อ่านหนังสือที่พิมพ์ด้วยตัวอักษรขนาด 12 ปอยท์ วางห่างจากนัยน์ตาประมาณ 14 นิ้ว ความเข้มแห่งการส่องสว่างที่ใช้ประมาณ 100-250 ฟุต-แรงเทียน และควรหยุดพักการอ่าน 10 นาที หลังจากอ่านหนังสือมาแล้ว 1 ชั่วโมง

Henry H. Linn และคนอื่น[3] ได้สรุปผลการวิจัยไว้หลายเรื่องมีใจความสำคัญดังนี้ คือ แสงสว่างมีส่วนช่วยให้เกิดการเรียนรู้ กล่าวคือมีเด็กจำนวนร้อยละไม่น้อยที่สอบตกเพราะต้องศึกษาอยู่ในสภาพของแสงสว่างที่ไม่เหมาะสมและได้เสนอแนะมาตรฐานความเข้มแห่งการส่องสว่างที่จะพึงใช้ตามคำแนะนำของ The Illuminating Engineering Society ว่า ในห้องเรียน ห้องศึกษาค้นคว้า ห้องสมุด โรงฝึกงาน ห้องฟังการบรรยาย และห้องปฏิบัติการ ควรใช้ความเข้มแห่งการส่องสว่างประมาณ 30 ฟุต-แรงเทียน

---

[2] Constance M.McCullough, Ruth M. Strang, and Arthur E.Traxler, <u>Problems in the Improvement of Reading</u> (New York: McGraw-Hill Book Co.Inc., 1946), p.119

[3] Henry H.Linn, Leslie C.Helm, and K.P.Grabar Liewice, <u>The School Custodian's Housekeeping Handbook</u> (New York: Bureau of Publication Teachers College,Columbia University,1948),214-215 pp.

American Association of School Administrators[4] ได้เสนอแนะเกี่ยวกับการใช้แสงสว่างไว้ดังนี้ คือ แสงสว่างและสีเป็นส่วนหนึ่งของสิ่งแวดล้อมที่มีความสัมพันธ์กับสุขภาพและการเรียนรู้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งแสงสว่างที่พอดี จะช่วยให้การศึกษาค้นคว้าก้าวหน้าไปได้ไกล ในปัจจุบัน สถาบันการศึกษาได้เห็นคุณค่าทางด้านคุณภาพของแสงสว่างมากกว่าปริมาณ เช่น มีการพิจารณาถึง ตำแหน่ง ทิศทาง และความเข้มของแสงสว่างที่ใช้ ตลอดจนความเพียงพอของแสงสว่างที่จะทำให้เกิดการมองเห็นได้อย่างสะดวกสบายและทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและควรจัดแสงสว่างให้สมดุลย์กับสิ่งแวดล้อม เช่น จัดให้บริเวณผิวหน้าของวัตถุไม่เป็นมันวาวและมีความจ้าของแสงน้อยแต่มีการสะท้อนและมีการกระจายของแสงมาก เช่น ผนังกั้นควรจัดให้มีการสะท้อนแสงได้ร้อยละ 60-80พื้นโต๊ะและผิวห้องควรจัดให้มีการสะท้อนแสงได้ร้อยละ 30-40 และที่กระดานดำไม่ควรให้มีแสงสะท้อนน้อยกว่าร้อยละ 20 และไม่ควรจัดให้แสงสว่างแยงตา หรือพุ่งเข้าตาเด็กโดยตรง สำหรับห้องเรียนธรรมดาควรจัดให้มีความเข้มแห่งการส่องสว่างประมาณ 20-40 ฟุต-แรงเทียน บุคคลทั่ว ๆ ไปไม่ควรมองดวงไฟที่ไม่มีโคมพรางแสง และถ้าสถานที่ใดต้องใช้ความเข้มแห่งการส่องสว่างเกินกว่า 30 ฟุต-แรงเทียน ควรใช้หลอดไฟ ฟลูออร์เรสเซนต์ นอกจากนั้นยังได้อ้างถึงการวิจัยของ Luckiesh and Moss มีใจความสำคัญว่า การปรับปรุงแสงสว่างให้ดีขึ้น ความเหนื่อยล้าก็จะลดน้อยลงโดยวัดจากความเกร็งของกล้ามเนื้อ อัตราการเต้นของหัวใจและการเปิดปิดของหนังตา นอกจากนั้น American Association ยังได้กล่าวถึงการเปรียบเทียบความเข้มแห่งการส่องสว่างที่ใช้ในการอ่านว่า ถ้าอ่านอักษรแบบ Bodoni Book Type ขนาด 8 ปอยท์ โดยกำหนดความเข้มแห่งการส่องสว่างที่ใช้มีค่าเป็น 1 หน่วยแล้ว ค่าความเข้มแห่งการส่องสว่างสัมพัทธ์ที่ใช้อ่านอักษรแบบ Bodoni Book Type ขนาด 12 ปอยท์ จะเป็น 0.5 หน่วย ที่ใช้อ่านลายมือเขียนจะเป็น 0.5 หน่วย และที่ใช้อ่านหนังสือพิมพ์จะเป็น 3.00 หน่วย และยังได้กำหนดสูตรในการคำนวณหาจำนวนแรงเทียน [Wattage] ที่พึงประสงค์จะใช้ในห้องเรียนไว้ดังนี้

---

[4] American School Building, American Association of School Administrators, Twenty-Seven Year Book,(Washington 6 D.C.: The Association, 1949), 225-242 pp.

จำนวนแรงเทียน (หลอดธรรมดา) = $\dfrac{\text{พท.(ตารางฟุต) ของพื้นห้อง x ฟุต-แรงเทียนที่ใช้}}{6}$

จำนวนแรงเทียน (หลอดฟลูออเรสเซนต์)= $\dfrac{\text{พท.(ตารางฟุต)ของพื้นห้อง x ฟุตแรงเทียนที่ใช้}}{\text{12 ถึง 15}}$

National Council on School House Construction[5] ได้แนะนำว่า ถ้าใช้ปริมาณความเข้มแห่งการส่องสว่างโดยค่อย ๆ เพิ่มขึ้นจาก 5 ถึง 100 ฟุต-แรงเทียนแล้ว ความสามารถที่จะเห็นได้อย่างสะดวกสบาย และการทำงานอย่างมีประสิทธิภาพจะไม่เพิ่มขึ้นเป็นสัดส่วนโดยตรงกับปริมาณของแสงสว่างที่ใช้ และผลของการวิจัยได้แสดงให้เห็นว่าการที่จะมองเห็นได้อย่างมีประสิทธิภาพจะเกิดขึ้นเมื่องานที่กระทำและบริเวณที่แวดล้อมอยู่นั้นมีสภาพของแสงสว่างพอดี และเป็นไปอย่างสม่ำเสมอ นอกจากนั้นยังได้แนะนำว่างานโดยทั่ว ๆ ไป และบริเวณที่โต๊ะทำงาน ควรใช้ความเข้มแห่งการส่องสว่าง 30 ฟุต-แรงเทียน ที่กระดานดำควรใช้ 50 ฟุต-แรงเทียน และที่บริเวณผนังห้องควรใช้ 30-200 ฟุต-แรงเทียน

R.O. Ackerley[6] ได้บรรยายถึงองค์ประกอบของความเข้มแห่งการส่องสว่างที่ต้องการใช้สำหรับการมองเห็นไว้ดังนี้ คือ ถ้าวัตถุที่มองดูอยู่นั้นมีขนาดเล็กเท่าใด ก็ยิ่งจะต้องใช้ความเข้มแห่งการส่องสว่างมากขึ้นเท่านั้น ขนาดของวัตถุที่มองเห็นได้ชัดเจนจะขึ้นอยู่กับมุมมอง [Subtended Angle] ที่กระทำกับนัยน์ตา และจะเป็นสัดส่วนกับระยะทางที่ห่างจากนัยน์ตา ถ้าวัตถุกับฉากหลัง [Background] มีลักษณะกลมกลืนกันเป็นสีเดียว การที่จะมองวัตถุให้เห็นได้ชัดเจนยิ่งจะต้องใช้ความเข้มแสงมากยิ่งขึ้น ถ้าวัตถุ 2 ชนิดมีขนาดและลักษณะกลมกลืนกับฉากหลังแล้ววัตถุชนิดที่มีสีเข้มย่อมต้องการความเข้มแสงมากกว่าวัตถุที่มีสีจาง และถ้าเป็นงานอย่างเดียวกัน งานชนิดที่ต้องทำนาน ๆ ย่อมต้องการความเข้มแสงมากกว่างานที่ทำเพียงชั่วครู่เดียว นอกจากนั้นการใช้แสงสว่างควรจะจัดระยะทางระหว่างดวงไฟ

---

[5] <u>Guide for Planning School Plants</u>,National Council in School House Construction, (np:Research and Publication Committee,1953), 153-168 pp.

[6] R.O.Ackerley, <u>The Science of Artificial Lighting</u> (London: E.and F.N. Spon Limited, 1955), 37-40 pp.

กับวัตถุให้เหมาะสมด้วย โดยเฉพาะอย่างยิ่งงานเย็บปักถักร้อยควรใช้ความเข้มแสง 20 ลูเมนต่อตารางฟุต (ประมาณ 40 ฟุต-แรงเทียน) และงานของนักเรียนควรใช้ 15 ลูเมนต่อตารางฟุต (ประมาณ 30 ฟุต-แรงเทียน)

Encyclopedia Britannica[7] ได้บรรยาย เรื่อง " Light " ไว้ตอนหนึ่งว่า ในการมองดูวัตถุใด ๆ ก็ตาม ถ้ากำหนดให้ส่วนประกอบอื่น ๆ เท่ากันทั้งหมดทุก ๆ ส่วนแล้ว ในการมองดูวัตถุที่มีขนาดเล็กย่อมต้องการใช้ความเข้มแสงมากกว่าการมองดูวัตถุที่มีขนาดใหญ่ บุคคลที่มีสายตาปกติสามารถที่จะมองเห็นวัตถุต่าง ๆ ได้เมื่อนัยน์ตากระทำมุมต้องกับวัตถุนั้นอย่างน้อย 1' และความจริงในเรื่องนี้ทำให้นำไปใช้ประโยชน์ได้มากในการออกแบบเพื่อที่จะทำให้เกิดการมองเห็นวัตถุได้ในระยะต่าง ๆ กัน ถ้าวัตถุกับพื้นฉากหลังไม่กลมกลืนเป็นสีเดียวกัน ย่อมจะมองเห็นได้ชัดเจนยิ่งขึ้น เช่น วัตถุ (หมึก) สีดำ ฉากหลัง (กระดาษ) สีขาว ย่อมจะมองเห็นได้ชัดเจนกว่าวัตถุสีดำมีฉากหลังสีดำ พลังงานจากต้นกำเนิดแสงจะไม่เพิ่มขึ้นตามสัดส่วนของพื้นที่ แต่จะเป็นสัดส่วนกับเส้นผ่าศูนย์กลาง เช่น ถ้าเพิ่มความเข้ม (ฟุต-แรงเทียน) เป็น 10 เท่า ในห้อง จะทำให้ห้องนั้นสว่างขึ้นเพียง 2 เท่า ของต้นกำเนิดแสงเดิม ในการจัดห้องสำหรับดูหนังสือนั้น ควรจัดให้มีความเข้มแสงที่หนังสือมากกว่าที่นัยน์ตา ความเข้มแสงที่พอดีโดยทั่ว ๆ ไป จะอยู่ระหว่าง 10-20 ฟุต-แรงเทียนห้องเรียนโดยทั่ว ๆ ไปควรมีความเข้มแสงอย่างน้อย 20 ฟุต-แรงเทียน อย่างไรก็ตามชนิดของงานถือว่าเป็นดัชนีตัวแรกที่จะบอกว่าควรใช้ความเข้มแสงเท่าใดเช่น งานที่ละเอียดต้องขมักเขม้นวัตถุมีขนาดเล็กมีความกลมกลืนกับสิ่งแวดล้อมมากและต้องใช้ความรวดเร็วสูงควรใช้ความเข้มแสง100ฟุต-แรงเทียนหรือมากกว่าถ้าเป็นงานที่ดูวัตถุเล็ก ๆ แต่ไม่ใช้ความเร็วควรใช้ความเข้มแสง50-100ฟุต-แรงเทียนงานที่เป็นอุตสาหกรรมธรรมดาและด้านการค้าควรใช้ความเข้มแสง 20-50 ฟุต-แรงเทียนถ้าเป็นงานที่เกี่ยวกับการพักผ่อน และงานธรรมดาที่ปฏิบัติตลอดทั้งวันควรใช้ความเข้มแสง 10-20 ฟุตแรงเทียน ถ้าเป็นงานสำคัญ อัตราเร็วในการทำช้า และทำอยู่ไม่นานนัก ไม่มีความ

---

[7]"Light", Encyclopedia Britannica [1958 rev.] XIV,106-111 pp.

กลมกลืนกันกับฉากหลังและวัตถุขนาดใหญ่ ควรใช้ความเข้มแสงประมาณ 5-10 ฟุต-แรงเทียน ถ้าเป็นถนนหนทางที่ไม่วกวนนักก็อาจจะใช้ความเข้มแสงน้อยกว่า 5-ฟุต-แรงเทียน

C.E. Turner[8] ได้แนะนำไว้ว่าในการอ่านหรือทำงานในห้องนั้น ควรใช้แสงสว่างตามมาตรฐานที่มีความเข้มแสง 20 ฟุต-แรงเทียน ซึ่งเป็นมาตรฐานที่ผู้เชี่ยวชาญได้แนะนำไว้

Chester W. Harris[9] ได้รวบรวมไว้ใน Encyclopedia of Educational Research มีสาระสำคัญเกี่ยวกับการวิจัยเรื่องนี้อยู่ตอนหนึ่งว่า ระดับความเข้มแสงที่อยู่ในเขตอันตรายสำหรับผู้ใหญ่ คือ 3-4 ฟุต-แรงเทียน และเพื่อความปลอดภัยควรใช้ความเข้มแสงในการอ่านไม่น้อยกว่า 5 ฟุต-แรงเทียน โดยเฉพาะในห้องเรียนไม่ควรมีแสงสว่างน้อยกว่า 10 ฟุต-แรงเทียน และโดยทั่ว ๆ ไปควรใช้แสงสว่าง 20-25 ฟุต-แรงเทียนในห้องเรียน

Burton G. Andreas[10] ได้เขียนสรุปสูตรและทฤษฎีเกี่ยวกับแสงสว่างไว้หลายตอน ในที่นี้จะได้นำเสนอไว้บางประการดังนี้คือ

ความเข้มแห่งการส่องสว่าง ณ จุดใดจุดหนึ่งบนพื้นที่ซึ่งอยู่ห่างจากต้นกำเนิดแสงที่กำหนดไว้ โดยที่รังสีของแสงตั้งฉากกับพื้นที่ดังกล่าวแล้ว ความเข้มแห่งการส่องสว่างนั้น ย่อมจะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับกำลังส่องสว่าง และจะเป็นสัดส่วนผกผันกับระยะทางกำลังสองนั้นคือ

$$\text{ความเข้มแห่งการส่องสว่าง [I]} = \frac{\text{กำลังส่องสว่าง[P]}}{[\text{ระยะทางตั้งฉาก(d)}]^2}$$

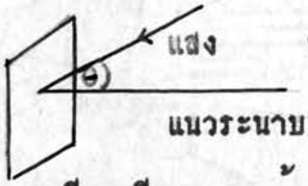
---

[8]C.E. Turner, Personal and Community Health, 11th ed.(Missouri: The C.V.Mosby Co.,1959), P.360.

[9]Chester W.Harris, ed.,Encyclopedia of Educational Research 3rd. ed., (New York: The Macmillan Co., 1960), P.1110.

[10]Burton G. Andreas, Experimental Psychology (New York: John Wiler & Sons, Inc.,1960) 229-234 pp.

ในกรณีที่รังสีตกไม่ตั้งฉากกับพื้นที่รับแสง ความเข้มแห่งการส่องสว่างบนพื้นที่นั้นจะมีค่าเท่ากับความเข้มของแสงบนพื้นที่ซึ่งตั้งฉากกับรังสีของแสงคูณกับค่า Cosine ของมุม (Θ) ซึ่งพื้นที่รับแสงทำกับแนวระนาบ



ความเข้มแห่งการส่องสว่าง $[E] = \frac{I}{d^2} \times \text{Cos}\ \Theta$

ถ้าจะเปรียบเทียบความเข้มแห่งการส่องสว่างของดวงไฟ 2 ดวงมีสูตรคำนวณดังนี้ คือ

$$\frac{P1}{P2} = \frac{d_2^2}{d_1^2}$$

หน่วยต่าง ๆ ที่ใช้ในการคำนวณมีดังนี้

ถ้าต้นกำเหนิดแสง มีกำลังส่องสว่าง 1 แรงเทียน โดยเปล่งรังสีให้ตกตั้งฉากและห่างจากพื้นที่รับแสง (ตารางฟุต) ด้วยระยะทางที่มีหน่วยเป็น 1 ฟุต แล้ว พื้นที่รับแสงนั้นจะมีความเข้มแห่งการส่องสว่าง 1 ฟุต-แรงเทียน ถ้าต้นกำเนิดแสงห่างจากพื้นที่รับแสง (ตารางเมตร) ด้วยระยะทางมีหน่วยเป็น 1 เมตร แล้ว พื้นที่รับแสงนั้นจะมีความเข้ม 1 ลักซ์ (Lux) หรือ 1 ลูเมน (Lumen)/เมตร (Meter)

และค่า 1 ลักซ์ = 0.093 ฟุต-แรงเทียน

ถ้าวัดความจ้า (Brightness) ใช้หน่วยเป็น ฟุต-แลมเบอร์ท [foot-Lambert) หรือ ลูเมน/$(\text{ซ.ม})^2$ 452 ฟุต-แลมเบอร์ท = 1 แรงเทียน/$(\text{นิ้ว})^2$

ความเข้มแสง 1 ลูเมน คือ ปริมาณพลังงานแสงที่เปล่งออกจากต้นกำเนิดแสง ซึ่งมีกำลังส่องสว่าง 1 แรงเทียน และแผ่ไปยังพื้นที่รับแสง 1 ตารางฟุต โดยทำมุมกับพื้นที่นั้น 1 Solid Angle กล่าวคือ ถ้าในรูปทรงกลมรัศมี 1 ฟุตมีต้นกำเนิดแสงซึ่งมีกำลังส่องสว่าง 1 แรงเทียน วางอยู่ที่จุดศูนย์กลางของทรงกลมนี้ พลังงานแสงที่เกิดขึ้นบนพื้นที่ผิวทั้งหมดของทรงกลมนี้ จะมีค่าความเข้มแห่งการส่องสว่าง 4π ลูเมน และทุกตารางฟุตของรูปทรงกลมนี้จะได้พลังงานแสงตารางฟุตละ 1 ลูเมน

Stewart-Duke-Elder และคนอื่น[11] ได้กล่าวไว้ว่าการที่จะดูวัตถุให้เห็นได้ชัดเจนอาจจะใช้แสง 5-1000 ฟุต-แรงเทียน สำหรับการดูวัตถุเล็ก ๆ เช่น ตัวอักษรบนป้าย Snellen Test ควรใช้แสง 20 ฟุต-แรงเทียน และโดยปกติมักจะใช้ความเข้มแสง 100 ฟุต-แรงเทียน สำหรับดูวัตถุเล็ก ๆ และอีกตอนหนึ่งได้กล่าวว่าการเปลี่ยนแปลงความเข้มแสงเพียง 1.00 % อาจจะทำให้ความสว่างของวัตถุที่กำลังดูอยู่เปลี่ยนแปลงความเข้มไปได้ถึง 3.50 % และในการเปลี่ยนแปลงความเข้มของแสงนี้ ควรใช้ Diaphragms Filter หรือ Photometric Wedge ไม่ควรใช้ Rheostat เพราะจะทำให้อุณหภูมิและคลื่นแสงเปลี่ยนไปและแสงสีแดงที่เกิดขึ้นจะมีผลต่อการอ่านด้วย

ปัญญา สมบูรณ์ศิลป์ (ดร.)[12] อาจารย์วิทยาลัยพลศึกษา ได้เขียนบทความเรื่องสายตากับการศึกษา มีใจความตอนหนึ่งว่า ความผิดปกติทางสายตามีผลโดยตรงต่อประสิทธิภาพในการทำงาน งานที่ละเอียดเช่นการอ่านหนังสือที่ใช้ตัวพิมพ์ขนาดเล็ก ถ้าใช้แสงสว่างเท่ากับงานใหญ่ก็ไม่อาจทำให้งานได้ผลดีมีประสิทธิภาพอย่างเต็มที่ จึงจำเป็นที่จะต้องเพิ่มความเข้มแห่งการส่องสว่างให้มากขึ้น และได้อ้างถึงผลการทดลองของนายแพทย์ เอิร์นสท ซิมันซัน [Ernest Simonson] ที่ได้ค้นคว้าเรื่อง Lab Test for Streneous Visual Work Disclosed Significant Result และได้ลงพิมพ์ในหนังสือ Industrial Hygiene Newsletter ฉบับที่ 10 เดือน พฤษภาคม 1950 หน้า 4-14 มีใจความสำคัญว่า การทดลองเกี่ยวกับอิทธิพลของความเข้มแสงที่มีผลต่อการทำงานซึ่งต้องใช้สายตาเพ่งมากเป็นเวลานานนั้น ผู้อ่านสามารถอ่านอักษรได้ถูกต้องมากขึ้นเมื่อใช้ความเข้มแสงมากขึ้น ตั้งแต่ 2 ถึง 50 ฟุต-แรงเทียน แต่การเพิ่มความเข้มแสงให้มากกว่า 50 ฟุต-แรงเทียนจะไม่ทำให้ประสิทธิภาพของการทำงานสูงขึ้นกว่าเดิมเท่าใดนัก แสดงว่า

---

[11] Stewart Duke-Elder, et.al., The Foundations of Ophthalmology, Vol. VII of The System of Ophthalmology, ed., Sir Steward Duke-Elder, XV Vols. (London: Henry Kimpton, 1962), 372,387 pp.

[12] ปัญญา สมบูรณ์ศิลป "สายตากับการศึกษา" วารสารสุขศึกษา พลศึกษาและสันทนาการ 3:14-20 ก.ค. 2508

ประสิทธิภาพของการทำงานที่ต้องใช้สายตานั้นขึ้นโดยตรงต่อความเข้มของแสงที่ใช้ การทดลองเรื่องนี้ กำหนดให้ผู้เข้ารับการทดลองทั้งสิ้น 6 คน วางคางไว้บนหลักแล้วอ่านตัวอักษรขนาดจิ๋วที่เคลื่อนที่ผ่านสายพานในระดับสูงต่ำต่างกันโดยใช้ระยะเวลาคงที่ ผู้เข้ารับการทดลองต้องบันทึกตัวอักษรไว้โดยไม่มองดูการบันทึกของตนเอง ซึ่งบุคคลทั้ง 6 คนนี้จะใช้ความเข้มแสงต่าง ๆ กัน ตั้งแต่ระดับ 2 ถึง 300 ฟุต-แรงเทียน ซึ่งเป็นช่วงความเข้มแสงที่ใช้กันมากในการทำงานจริง ๆ ส่วนประสิทธิภาพของงานที่ทำ วัดได้จากส่วนร้อยละของจำนวนตัวอักษรขนาดจิ๋ว ที่ผู้เข้ารับการทดลองอ่านได้ถูกต้อง เทียบกับจำนวนตัวอักษรทั้งสิ้นที่ต้องอ่านและอีกตอนหนึ่งได้กล่าวว่าการแก้ไขสภาพที่ไม่เหมาะสมในการใช้สายตาก็คือการจัดแสงสว่างให้เหมาะสมแก่งานที่ต้องทำ เช่นในห้องเรียนธรรมดา ควรมีความเข้มแสงประมาณ 30 ฟุต-แรงเทียน

สมนึก อูนากูล[13] หัวหน้ากองช่างสุขาภิบาลกรมอนามัย ได้เขียนรายงานเรื่องแสงและสายตาไว้หลายประการพอสรุปบางประการที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยเรื่องนี้ไว้ได้ดังนี้คือ

1. การที่บุคคลสามารถมองเห็นสิ่งต่าง ๆ ได้นั้น เพราะแสงได้ไปตกกระทบกับวัตถุที่กำลังมองอยู่แล้วสะท้อนผ่านม่านตา **[Iris]** กระจกตา **[Cornea]** และแก้วตา [Lens] และแล้วแสงจะรวมกันไปตกที่จอตา [Retina] ซึ่งจะมีประสาทชุดหนึ่งทำหน้าที่รายงานไปยังสมองทำให้เรารู้สึกเห็นภาพนั้น ๆ ได้ ส่วนม่านตาจะขยายใหญ่และหดเล็กได้ตามปริมาณของแสงที่ผ่านเข้าตา ถ้าแสงน้อยลงม่านตาจะขยายใหญ่ขึ้นเพื่อให้แสงเข้าไปได้เต็มที่ ม่านตาสามารถปรับตัวได้อย่างรวดเร็วต่อแสงที่ผ่านเข้าตาและจะกลับเข้าสู่สภาพเดิมเมื่อมีแสงสว่างตามปกติ ส่วนกล้ามเนื้ออื่น ๆ ของนัยน์ตาก็สามารถที่จะปรับ

---

[13]สมนึก อูนากูล "สิ่งที่ช่วยให้สายตาเสื่อมเร็ว" <u>การถนอมนัยน์ตาในวัยเรียน</u> พระนคร มูลนิธิเพื่อการถนอมสายตา และป้องกันตาบอด แห่งประเทศไทย 2508 หน้า 63-70

แก้วตาให้เปลี่ยนรูปหนาบางได้เล็กน้อย เพื่อปรับแสงที่ได้รับจากที่ไกลหรือใกล้ให้ตกบนจอตาได้ภาพชัดเจน

2. องค์ประกอบที่มีส่วนช่วยให้เห็นภาพได้ชัดเจนคือ

ก. ขนาดและระยะใกล้ไกลของวัตถุ วัตถุขนาดเล็กต้องการแสงสว่างมากกว่าและใช้ระยะที่ใกล้กว่าวัตถุขนาดใหญ่ในการที่จะทำให้มองเห็นได้เท่ากันและง่ายขึ้น

ข. เวลาที่ใช้ในการดู ถ้ามีแสงสว่างมากจะช่วยให้มองเห็นวัตถุได้เร็วกว่าเมื่อมีแสงสว่างน้อย

ค. ความเปรียบต่างของวัตถุ (Contrast) ถ้าวัตถุมีความเปรียบต่างกับสิ่งแวดล้อมมากจะทำให้เห็นได้ชัดเจนเช่น อักษรสีดำบนกระดาษขาว

ง. ความกระจ่างของวัตถุ (Brightness) ถ้าปริมาณแสงที่ตกลงบนวัตถุมีมาก คือ วัตถุมีความกระจ่างมาก จะทำให้มองเห็นวัตถุนั้นได้ง่ายยิ่งขึ้น

ความสัมพันธ์ขององค์ประกอบทั้ง 4 อย่างนี้จะมีผลต่อกันเกือบคงที่ ถ้าเปลี่ยนแปลงอย่างใดอย่างหนึ่ง ย่อมจะทำให้องค์ประกอบอีก 3 อย่าง พลอยเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย ในกรณีที่ต้องมองวัตถุซึ่งมีแสงสว่างบาดตา (glare) หรือจ้าเกินไป อาจจะทำให้นัยน์ตาอักเสบ และถ้าแสงสว่างมีน้อยเกินไปอาจจะทำให้นัยน์ตาเกิดอาการล้าหรือเฉื่อย (Fatique or Strain) ทั้งนี้อาจจะเกิดจากความไม่สมดุลย์ ขององค์ประกอบทั้ง 4ดังกล่าวแล้ว ถ้าสิ่งใดสิ่งหนึ่งมีมากเกินไป ย่อมทำให้นัยน์ตาพิการได้ เช่น แสงสะท้อนจากต้นแสงพุ่งเข้าตาโดยตรงมากเกินไป ใช้สายตาจ้องมองนานเกินไป ความเข้มของแสงสว่างไม่เพียงพอหรือเปลี่ยนแปลงโดยรวดเร็วฉับพลัน และการเกิดข้อเปรียบต่างอย่างมากและกระทันหัน สิ่งดังกล่าวนี้ทำให้กล้ามเนื้อตาบังคับม่านตาให้ต้องทำงานอยู่ตลอดเวลา ดังนั้น ถ้าสามารถหลีกเลี่ยงในสิ่งที่จะทำให้สายตาเสื่อมเร็วได้โดยจัดแสงสว่างให้ถูกต้องเหมาะสมแล้ว ย่อมจะเป็นการถนอมสายตาของผู้เรียนได้เป็นอันมาก

3. การควบคุมแสงให้พอเหมาะแก่ความต้องการมี 4 วิธี คือ

ก. <u>การดูดซึม [Absorption]</u> โดยใช้วัตถุสีเช่นกระดาษสีน้ำตาล จะดูดซึมความสว่างจ้าของแสงได้ดี

ข. <u>การกระจาย[Diffusion]</u> โดยใช้วัตถุฝ้า เช่น กระจกฝ้าหรือ พลาสติคฝ้า จะทำให้แสงกระจายได้ดี

ค. <u>การสะท้อน [Reflection]</u> โดยใช้ผิวของวัตถุ เช่น กระจกเงา หรือผิวมันวาวของวัตถุ จะช่วยให้สะท้อนได้ดี

ง. <u>การหักเห [Refraction]</u> โดยใช้เนื้อของวัตถุ เช่น อิฐแก้ว แสงจะหักเหไปจากแนวเดิมได้

เมื่อเลือกวิธีควบคุมแสงมาใช้ร่วมกับการเลือกสีและชนิดของวัตถุมาประกอบกับกำลังส่องสว่างจนทำให้ผู้เรียน ได้รับแสงสว่างเหมาะสมกับสายตาตามที่ปรารถนาแล้วแล้ว ย่อมจะเป็นการถนอมสายตาและป้องกันอุบัติเหตุได้อย่างดีด้วย

4. มาตรฐานของแสงสว่างที่ใช้สำหรับงานประเภทต่าง ๆ

ในประเทศที่เจริญแล้วได้มีการค้นคว้าทดลองกันมากเกี่ยวกับการจัดแสงสว่างให้เหมาะสมกับสายตาให้มากที่สุด และได้กำหนดเป็นมาตรฐานของแสงสว่างไว้ใช้ในสถานที่ต่าง ๆ เช่นในบ้าน ในโรงเรียนและสถานที่อื่น ๆ สำหรับประเทศไทย ยังไม่มีสถาบันที่จะทำการค้นคว้าดังกล่าว จึงได้อาศัยมาตรฐานของสถาบันต่างประเทศที่มีชื่อเสียงไว้วางใจได้เป็นหลักเช่นมาตรฐานของ American Society of Illuminating Engineer ฯลฯ ได้แนะนำไว้ว่าในห้องเรียน ควรใช้ความเข้มแสงอย่างน้อย 30 ฟุต-แรงเทียน ส่วนสี และชนิดของวัสดุก่อสร้างก็มีส่วนสำคัญในด้านการสะท้อนแสงด้วย สำหรับช่วงคลื่นที่จะทำให้เห็นภาพได้นั้นอยู่ในระหว่าง 390 ถึง 770 มิลลิไมครอน

สมลักษณ์ หิตะศักดิ์[14] ได้เขียนบทความเกี่ยวกับความสำคัญและการใช้สายตา

---

[14]สมลักษณ์ หิตะศักดิ์ "สุขศึกษาภาคปฏิบัติในโรงเรียน การตรวจสายตาและการตรวจสอบสายตา" <u>ศูนย์ศึกษา</u> 17:5-10 มิ.ย. 2498

พอสรุปความสำคัญบางตอนได้ดังนี้ คือ ในโรงเรียนนั้นการใช้สายตาเป็นสิ่งหนึ่งที่มีความสำคัญมาก เช่นเดียวกับสิ่งอื่น ๆ เพราะการเรียนของเด็กจะดีหรือเลวอยู่ที่การมีสายตาดีสามารถมองเห็นทุกสิ่งทุกอย่างที่ครูเขียนให้ดูและแลเห็นทุกสิ่งทุกอย่างรอบ ๆ ตัวได้อย่างชัดเจน ถ้านักเรียนสายตาผิดปกติ และได้รับการตรวจรักษาแต่ต้นมือจะช่วยให้เด็กเรียนหนังสือได้ดี ไม่มีความน้อยเนื้อต่ำใจ อันจะทำให้การเรียนไม่ได้ผลดีเท่าที่ควร โรงเรียนควรจะจัดให้มีการตรวจสายตาปีละครั้ง อาจจะตรวจด้วยวิธีธรรมดาโดยใช้ป้ายตรวจสายตาที่ครูทำขึ้นเองก็ได้เช่น ให้นักเรียนยืนในระยะ 6 เมตร แล้วอ่านตัวอักษรที่กำหนดขึ้นทีละตา จากบันทัดล่างสุดซึ่งเป็นตัวเล็กที่สุดไปจนถึงบันทัดบนสุด ซึ่งเป็นตัวใหญ่ที่สุดเป็นลำดับไป ถ้าคนที่สายตาปกติจะอ่านบันทัดล่างสุดขนาด $\frac{6}{6}$ ได้ชัดเจน

Edward Fry[15] ได้ให้หลักการเกี่ยวกับการมองวัตถุโดยไม่ทำให้สุขภาพเสื่อมลงไว้ดังนี้ คือ

1. ควรอ่านหนังสือในสถานที่ซึ่งมีแสงสว่างพอดีและเพียงพอที่จะทำให้มองเห็นได้อย่างสะดวกสบาย แต่ก็เป็นการยากที่จะตัดสินพิจารณาว่าการใช้แสงประดิษฐ์นั้น ปริมาณแสงสว่างที่จัดว่าพอดี และเหมาะสมควรจะเป็นสักเท่าใด อย่างไรก็ตามโดยทั่ว ๆ ไปแล้วในการอ่านหนังสือควรใช้ดวงไฟขนาด 100 แรงเทียน จัดให้ดวงไฟห่างจากหนังสือประมาณ 3-7 ฟุต หรืออาจจะใช้ดวงไฟหลาย ๆ ดวงรวมกัน เพื่อให้แสงสว่างกระจายไปทั่วห้องได้ก็ยิ่งดี

2. ควรหลีกเลี่ยงการใช้แสงสว่างจ้าที่บาดตาเพราะจะทำให้เคืองตา แสงสว่างจ้าดังกล่าวนี้อาจจะเกิดจากผิวโต๊ะที่เป็นมันเรียบ หรือกระดาษที่เป็นมันวาวคล้ายกระจก หรืออาจจะเกิดจากต้นแสงเช่น หลอดไฟ หรือหน้าต่างที่เปิดไว้โดยผู้ดูหันหน้าสู้กับต้นแสงนั้น ๆ ซึ่งทางที่ดีควรจะจัดให้แสงสว่างผ่านมาจากด้านข้าง ด้านบน หรือมาทางช่วงไหล่ของผู้ดู

---

[15] Edward Fry, Teaching Faster Reading, A Manual (London: The Syndics of the Cambridge University Press, 1963), 94-104 pp.

3. ควรหลีกเลี่ยงการอ่านที่มีพื้นฉากหลัง (Background) มืดสนิท ดังนั้นหนังสือพิมพ์ส่วนมาก จึงมีริมขอบเหลือไว้มาก ๆ เพื่อให้อ่านตัวพิมพ์ได้ง่าย และกันไม่ให้ผู้อ่านกวาดสายตาเลยตัวอักษรไป ยังพื้นฉากหลังที่มืดหรือจ้าเกินไป นอกจากนั้นโต๊ะเขียนหนังสือที่มีสีจาง ย่อมดีกว่าสีมืดทึบ เด็กที่อ่านหนังสือในบริเวณที่มีแสงสว่างกระจายทั่วไปได้ดีกว่าในบริเวณที่มีแสงสว่างเฉพาะหน้าหนังสือโดยปล่อยบริเวณที่เหลือไว้เป็นความมืด

4. เมื่อหยุดพักการอ่าน ควรทอดสายตาไปไกล ๆ ในระยะ 20 ฟุต หรือมากกว่านั้น เด็กที่อ่านหนังสือในห้องแคบ ๆ จะรู้สึกอึดอัดไม่มีความสุขสบาย นอกจากภายในห้องนั้น ๆ จะมีหน้าต่างไว้เพียงพอ เมื่ออ่านหนังสือได้ครู่หนึ่งหรือนาน ๆ จะได้ใช้พักสายตาโดยมองไปไกล ๆ ได้ หรืออาจจะพักสายตาโดยหลับตาเสียครู่หนึ่งก็ได้

5. เมื่ออ่านหนังสือนาน ๆ ควรเปลี่ยนอิริยาบท ขยับ เขยื้อนร่างกายหรือเปลี่ยนตำแหน่งที่นั่ง หรือลุกขึ้นยืนหรือเดินเสียบ้าง อย่านั่งอยู่กับที่ให้นานนัก

6. ควรจะให้แพทย์ได้ตรวจสอบดูอาการผิดปกติของสายตาที่เกิดขึ้นจากการอ่านหนังสือนาน ๆ เช่น เคืองตา ตาแดง ปวดบริเวณหน้าผาก ท้ายทอย หรือส่วนอื่น ๆ ของศีรษะ หรือรู้สึกไม่ค่อยสบายเมื่อทำงานอยู่กับการอ่านมาก ๆ

7. ควรใช้แว่นตาแก้ลักษณะสายตาที่ผิดปกติเช่น สายตาสั้น หรือสายตายาว และถ้ามีผงเข้าตาก็ควรจะเขี่ยออกด้วยความระมัดระวัง หรือถ้าสายตาทั้งสองข้างมองเห็นวัตถุได้ชัดเจนในระยะต่างกันก็ควรจะให้จักษุแพทย์ตรวจดูด้วย

นอกจากนั้น Fry ยังได้กล่าวว่า คนสายตาธรรมดาจะอ่านหนังสืออยู่ได้นานอย่างน้อยที่สุด 6 ชั่วโมง โดยไม่หยุดพัก และไม่มีผลทำให้ปวดศีรษะหรือปวดเมื่อยตาแต่อย่างใด ส่วนคนสายตาไม่ปกติ จะอ่านหนังสือไม่ได้นานเท่ากับที่กล่าวมาแล้ว การที่รู้สึกเมื่อยตาเมื่ออ่านหนังสือได้เพียง 10-20 นาที นั้น โดยมากผู้อ่านมักไม่ทราบความจริงที่เป็นเช่นนั้นเพราะสายตาไม่ปกติ แต่จะคิดว่าตนอ่านหนังสือนานไม่ได้ คนที่สายตาไม่ปกติพอจะแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะใหญ่ คือสายตาสั้น (Short-Sightedness or Myopia) และสายตายาว (Long - Sightedness or Hyperopia) คนสายตาสั้น คือ บุคคลที่สามารถมองเห็นได้

ชัดเจนในระยะใกล้ ๆ และช่วงแคบ ๆ ทั้งนี้อาจจะเนื่องมาจากลูกตา (Eye Ball) มีลักษณะยาวรีเกินไป คนสายตาสั้น ตรวจสอบง่าย ๆ โดยใช้ Wall Chart Test คนสายตาปกติจะสามารถมองเห็นอักษรในบันทัดที่มีเลข 20/20 ได้ชัดเจนโดยยืนห่างจากแผ่นป้าย 20 ฟุต ถ้าคนสายตาสั้นอาจจะมองไม่เห็นอักษรในบันทัด 20/20 แต่อาจจะมองเห็นอักษรในบันทัด 20/30 ซึ่งก็พอจะถือว่าอยู่ในเกณฑ์ปกติ แต่ถ้าอ่านอักษรในบันทัด 20/30 ผิดไป 2 ตัว ก็จะถือว่าสายตาสั้น และต้องส่งให้แพทย์ตรวจต่อไป

หอสมุดกลาง
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

N T O L

A E H C

Wall - Chart Vision Test (20/30 Line)

(ขนาดใกล้เคียงกับของจริง)

ส่วนลักษณะของคนสายตายาวนั้นคือบุคคลที่มองดูวัตถุในระยะใกล้ ๆ ซึ่งคนธรรมดาสามารถจะมองเห็นได้นั้น คนสายตายาวจะมองไม่เห็นชัด แต่จะมองเห็นวัตถุในระยะไกล ๆ ได้ชัดเจน ทั้งนี้อาจจะเป็นเพราะลักษณะของลูกตากลมสั้นเกินกว่าปกติและจะสอบผ่าน Wall Chart Test ชนิดบันทัด 20/20 ไปได้อย่างดีและรวดเร็ว และจะต้องได้รับการตรวจสอบเป็นพิเศษเพื่อจะได้ทราบว่ามีลักษณะสายตายาวหรือไม่ต่อไป

สำราญ วังศพ่าห์[16] นายแพทย์และอาจารย์มหาวิทยาลัยแพทย์ศาสตร์ และเลขาธิการในการจัดสัมมนา ครั้งที่ 1 พ.ศ. 2508 เรื่องการถนอมนัยน์ตาในวัยเรียน ได้บรรยายถึงความสำคัญของการถนอมสายตาไว้ตอนหนึ่งว่า "เด็กที่มีสายตาผิดปกติถ้าได้ตรวจและรักษาให้ถูกต้องในระยะแรกก็จะเป็นทางเดียวที่จะป้องกันไม่ให้เด็กเสียสายตาได้ เพราะว่าสายตาสั้นหรือยาว ถ้าทิ้งไว้โดยไม่ได้รับการรักษาที่ถูกต้อง จะทำให้สายตาพิการไปตลอดชีวิต เมื่อสายตาพิการแล้ว การรักษาที่จะให้สายตากลับมาเป็นปกตินั้นทำได้ยากมาก" และได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับสาเหตุของสายตาพิการไว้พอสรุปใจความสำคัญได้ดังนี้ คือ สาเหตุที่เด็กสายตาเสียเพราะสายตาสั้น หรือยาวโดยไม่ได้รับการรักษาให้ถูกต้องมีจำนวนถึงร้อยละ 49.18 นอกนั้นเป็นสายตาพิการเพราะสาเหตุอื่น ๆ เช่น ของแหลมทิ่มเข้าตา ต้อกระจก และการอักเสบภายในลูกตา เป็นต้น ซึ่งเป็นเรื่องที่ป้องกันไม่ให้เด็กสายตาเสียได้อย่างแน่นอน และเมื่อป้องกันได้ก็ย่อมจะลดจำนวนเด็กที่สายตาพิการได้อย่างน่าพอใจ นอกจากนั้นยังได้บรรยายไว้อีกว่าการป้องกันสายตาพิการของเด็กอาจจะกระทำได้ง่าย ๆ เช่น สังเกตลักษณะท่าทาง ลักษณะนิสัย อาการแสดงออกของเด็ก และสิ่งที่เด็กบอกเล่าต่าง ๆ เป็นต้น สิ่งเหล่านี้ย่อมจะทำให้ผู้ใหญ่สังเกตได้ว่าเด็กมีลักษณะสายตาผิดปกติหรือไม่ ถ้าพบว่าเด็กสายตาผิดปกติ ก็ควรนำไปให้แพทย์ตรวจ ซึ่งเป็นทางเดียวที่จะถนอมสายตาเด็กให้ดีได้ชั่วชีวิต

สิทธิมาลย์ มุกตามระ (ม.ร.ว.)[17] แพทย์หญิงได้บรรยายเกี่ยวกับมาตรฐานการตรวจสายตาไว้พอสรุปได้ดังนี้ ในการทดสอบสายตานั้นได้ใช้แผ่นทดสอบมาตรฐานตามแบบของ Snellen คือแผ่นป้ายสีขาวมีตัวอักษรขนาดต่าง ๆ สีดำ ขนาดตัวอักษรในแต่ละบันทัด จะมีตัวเลขกำกับอยู่สำหรับแสดงให้ทราบถึงระยะทางระหว่างป้ายกับผู้อ่านเป็นเมตรหรือฟุตโดยที่คนสายตาปกติจะอ่านได้ กล่าวคือ เป็นอัตราส่วนระหว่างระยะทางที่ยืนอ่านได้กับระยะทาง (มาตรฐาน) บนแผ่นป้าย เช่น 6/9, 6/12, 6/18, 6/24, 6/36,6/60

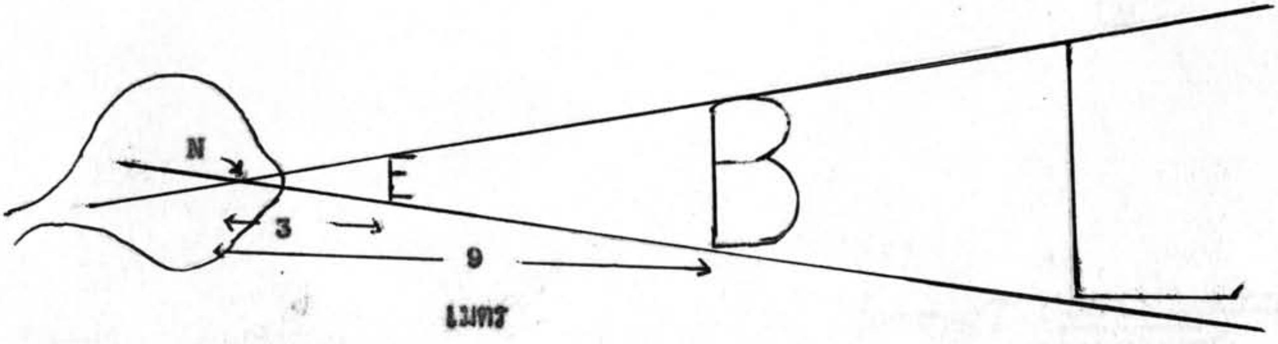
---

[16] สำราญ วังศพ่าห์ "สาเหตุตาบอดในเด็กวัยเรียน" <u>การถนอมนัยน์ตาในวัยเรียน</u>" แหล่งที่แล้ว หน้า 22-27.

[17] สิทธิมาลย์ มุกตามระ (ม.ร.ว.) แหล่งเดิม หน้า 15-21

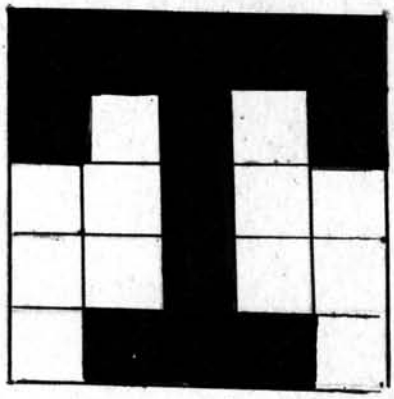
การทดสอบกระทำได้โดยจัดให้แผ่นป้ายสูงระดับตาเด็ก และใช้แสงสว่าง 8-12 ฟุต-แรงเทียน ที่แผ่นป้ายและจัดแสงให้เข้าทางด้านข้าง ให้เด็กยืนห่างป้ายในระยะ 6 เมตร (20 ฟุต) 5, 4, 3, 2 และ 1 เมตร ตามลำดับ ถ้าเด็กอ่านอักษรบันทัดใดผิดไม่เกิน 2 ตัว ให้นับเป็นบันทัดที่อ่านได้ ถ้าอ่านผิดเกิน 2 ตัว ถือว่าเป็นบันทัดที่อ่านไม่ได้ คนที่มีสายตาปกติจะอ่านอักษรในบันทัดที่มีตัวเลขบอกระยะ 6/6 ได้ทั้งตาซ้ายและขวา ถ้าผู้ใดอ่านอักษรในบันทัด 6/9 ได้ก็แสดงว่าผู้นั้นยืนที่ระยะ 6 เมตร จะอ่านอักษรในระยะ 6 เมตร (มาตรฐานที่กำหนดไว้) ไม่ได้ ต้องอ่านในบันทัดซึ่งคนปกติจะอ่านได้ในระยะ 9 เมตร และถ้าอ่านได้ในบันทัด 6/60 บุคคลคนนี้ จะต้องอ่านอักษรในบันทัด ซึ่งคนปกติจะอ่านได้ในระยะ 60 เมตร การทดสอบเช่นนี้จะใช้ตรวจได้เฉพาะคนที่สายตาสั้นหรือสายตาปกติเท่านั้น คนสายตายาว และกล้ามเนื้อตาผิดปกติจะตรวจไม่ได้ แต่จะสังเกตได้จากอาการอื่น ๆ ที่แสดงออกมา เช่น ปวดศีรษะบ่อย ๆ เป็นต้นการที่ถือระยะ 6 เมตร เป็นระยะที่คนสายตาปกติจะมองเห็นได้ชัดเจนนั้นก็โดยที่มีการยอมรับกันในนานาประเทศแล้วว่า เป็นระยะใกล้ที่สุดที่คนสายตาปกติจะอ่านอักษรตัวเลขเล็กที่สุดได้ชัดเจน คือ มี Accomodatia ของตาน้อยที่สุด

แผ่นทดสอบตามแบบของ Snellen นั้น อาจจะทำขึ้นใช้เองได้ โดยอาศัยหลักการของ Snellen ที่ว่า เมื่อตามองดูสิ่งใดก็ตามแสงจากสิ่งนั้นจะมากระทบแก้วตาซึ่งทำหน้าที่เหมือนกระจกนูน แล้วจะหักเหทำมุมที่จุดรวมแสง [Nodal Point] อันเป็นจุดที่สมมติขึ้นมาว่าอยู่หลังแก้วตา [lens] แสงที่หักก่อนหรือเลยจุดนี้จะไม่ปรากฏภาพที่จอตา [Retina] แสงที่หักเห ณ จุดรวมแสง จะสะท้อนเป็นภาพหัวกลับที่จอตา และประสาทตาจะแปรภาพให้เป็นภาพหัวตั้ง การที่แสงกระทบแก้วตาทำให้เกิดเป็นมุมของการเห็น (มุมมอง) ขึ้น มุมนี้เกิดจากการลากเส้นจากปลายสุดทั้งสองข้างของวัตถุไปพบกันที่จอตา มุมนี้จำกัดอยู่เพียง 5' ซึ่งจะทำให้นัยน์ตามองเห็นวัตถุนั้น ๆ ได้ไม่ว่าวัตถุนั้นจะอยู่ใกล้หรือไกล จากหลักเกณฑ์นี้ Snellen จึงได้คิดขนาดของตัวอักษรขึ้นโดยให้ความสูงของตัวอักษรทั้งขอบบนและล่างอยู่บนส่วนโค้งของมุม 5' และได้แบ่งส่วนโค้งนี้ออกเป็น 5 ส่วน แต่ละส่วนมีมุมมอง 1' ซึ่งเป็นมุมเล็กที่สุดสำหรับตาปกติที่จะมองเห็นได้ ส่วนโค้ง 1 ส่วนนี้จะเป็นขนาดความกว้างของขาตัวอักษร



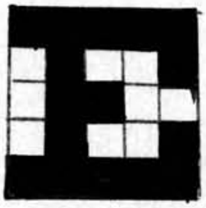
(ความสัมพันธ์ระหว่างความสูงของขนาดตัวอักษรและระยะห่างจากนัยน์ตาของผู้ดู)

ขนาดความสูงของตัวอักษรจะเพิ่มขึ้น เมื่อเคลื่อนตัวอักษรให้ห่างออกไปจากตาทุกที และความสูงจะวัดได้จากระยะห่างบนแผ่นทดสอบ (Tan 5' = -0.00145) เมื่อทำดังนี้ก็จะได้ตัวอักษรขนาดต่าง ๆ กันและพิมพ์ไว้ด้วยตัวสีดำบนแผ่นป้ายสีขาวตามระยะที่อ่านได้โดยตาปกติ ตัวอักษรแต่ละตัวจะจัดไว้ในรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ซึ่งแบ่งไว้มีพื้นที่ 5 ตารางส่วน มีความหนาของขาตัวอักษร 1 ส่วน =1' ดังรูปตัว T และนำตัวอักษรขนาดต่าง ๆ กันนี้มาจัดเรียงเป็นแถว ๆ โดยจัดแถวบนให้เป็นตัวอักษรขนาดโตเห็นได้โดยคนสายตาปกติที่ระยะ 60 เมตร (200 ฟุต) แถวต่อ ๆ มาจะเป็นขนาดตัวอักษรที่คนสายตาปกติจะมองเห็นได้ในระยะ 36, 24, 18, 12, 9 และ 6 เมตรตามลำดับ ซึ่งแต่ละแถวของตัวอักษรจะมีตัวเลขบอกระยะห่างที่สายตาคนปกติสามารถจะอ่านได้กำกับไว้ทุกแถวในแต่ละแถวจะมีอักษรจำนวนไม่มากนักเรียงกันโดยมีช่องไฟห่างกันขนาดเท่าตัวอักษร.



(อักษร T ในรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส)

Stewart Duke-Elder และคนอื่น[18] ได้เขียนเกี่ยวกับ เรื่อง Examination of the Visual Function ไว้พอสรุปใจความสำคัญบางตอนได้ ดังนี้ คือ Herman Snellen (1834-1908) ชาว ฮอลลันดา ศาสตราจารย์ในวิชา Ophthalmology มหาวิทยาลัย Utrecht (1877) ซึ่งเป็นบุคคลที่เริ่มใช้มาตรฐานการวัดความชัดเจนของภาพที่เห็น (Visual Acvity) คือวัดภาพที่เล็กที่สุดที่ตกบนจอตา ซึ่งสามารถทำให้ประสาทตาเกิดความรู้สึกเห็นเป็นภาพนั้น ๆ ได้ [A measure of the smallest Retinal Image of which the form can be appreciated] และได้พบว่าขนาดของภาพที่ตกบนจอตา [Size of Retinal Image] จะขึ้นอยู่กับขนาดของวัตถุและระยะที่ห่างออกไป ในการประมาณค่าความชัดเจนของภาพที่ทำให้มองเห็นนั้นวัดได้จากขนาดเล็กที่สุดของมุมมอง [Visual Angle] คือ 1' ลิบดา (Minute) การทดสอบระยะการมองเห็นภาพได้ชัดตามแบบของ Snellen นี้ ประกอบด้วยอักษร 1 ชุด รูปร่างของอักษรแต่ละตัวจะต้องบรรจุอยู่ในพื้นที่สี่เหลี่ยมจัตุรัส ซึ่งมีขนาด 5 เท่าของความสูงของบันทัดที่มีอักษรนั้นอยู่ ขนาดของวัตถุใด ๆ ก็คือความกว้างของบันทัดนั่นคือ ขอบของวัตถุจะต้องอยู่ที่เส้นทั้งสองที่ทำมุม 1' กับแก้วตา [Lens] ส่วนขนาดจะใหญ่เท่าใดนั้นขึ้นอยู่กับระยะทางที่ห่างออกไปจากแก้วตา ซึ่งความชัดเจนของภาพที่เห็นคำนวณได้จากสูตร $V = \frac{d}{D}$



[อักษรE ในรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส]

d = ระยะทางที่อ่านหนังสือได้จริง ๆ

D = ระยะทางที่ควรจะอ่านได้

ในการทดสอบควรจัดให้ป้ายห่างจากผู้ทดสอบ 6 เมตร ถ้าสายตาปกติจะอ่านอักษรบนแผ่นป้ายในบันทัดที่กำหนดไว้ว่า 6 เมตร [D] เมื่อยืนห่างออกไป 6 เมตร (d) ได้ นั่นคือคนสายตาปกติจะมีค่าความชัดเจนของภาพที่เห็น [V] $= \frac{6}{6}$ แต่ถ้าเขายืนในระยะ 6 เมตร [d] สามารถเห็นตัวอักษรที่แผ่นป้าย ซึ่งกำหนดให้คนสายตาปกติอ่านได้ชัดเจน

ในระยะ 24 เมตร [D] แล้ว จึงจะเห็นได้ชัดเจน แสดงว่าบุคคลนั้นมีค่าความชัดเจนของภาพที่เห็นเท่ากับ 6/24 และแสงสว่างที่ป้ายตรวจสายตาควรมีให้มากพออย่างน้อย 20 ฟุต-แรงเทียน ถ้าใช้แสง 100 ฟุต-แรงเทียนจะดีที่สุด ตัวอักษรที่ใช้นั้น โดยการแนะนำของ Council of British Ophthalmologists กล่าวคือควรจะใช้รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าหรือรูปสี่ [Oblong] ขนาด 4x 5 และจะต้องพิมพ์โดยใช้ตัวไม่มีเส้นขวางหางส่วนปลายของตัวอักษร [Serif] ดังนั้น จึงไม่นำอักษรบางตัวมาใช้ เพราะมีลักษณะยากหรือง่ายเกินไปที่จะแยกออกจากกัน เช่น อักษรที่มีลักษณะง่ายเกินไป คือ A, C,D, V, O,U,7,1,4, ที่ยากเกินไป คือ H, M, Y, X, S, Q, B, 5, 8, 9, และที่ปานกลาง คือ T, P, Z, Q, E, F, K, N, W, R, 6, 2, 3. ซึ่ง Hay (1919) ได้แนะนำให้ใช้ตัวง่าย ๆ ในการทดสอบ แต่ Louis Sloan (1959) แนะนำให้ใช้ตัวอักษร Z,N,H, R,B,K, D,C,O,S, เป็นตัวอักษรในการทดสอบ สำหรับการจัดให้ดี ก็คือ จัดให้อักษรตัวใหญ่มีขนาดใหญ่กว่าตัวรองลงมาประมาณ 26 % ในระยะแรกเริ่ม Snellen ได้ใช้ขนาดตัวอักษรตามมุมมอง 5' และใช้ระยะทาง 6 เมตร เป็นระยะปกติในการอ่านต่อมา The British Faculty of Ophthalmologist [Law 1951-1952] ได้กำหนดมาตรฐานของตัวพิมพ์แบบ Time Roman และคิดขนาดตามระบบปอยท์ขึ้นใช้

N. 5

N. 8

N. 12

N. 18 passion

N.36 blood

N.= Near Point

(ตัวอย่างอักษรขนาดต่าง ๆ)

คำว่า ปอยท์ (ประมาณ $\frac{1}{72}$ นิ้ว) แสดงถึงขนาดของตัวพิมพ์ [Block] แต่ละตัวที่หล่อขึ้น

มา และมีขนาดคงที่ตามแบบที่กำหนดขึ้น นั่นคือถ้าแบบของตัวพิมพ์ขนาด 5 ปอยท์ ก็คือตัวพิมพ์แต่ละตัวจะหล่อออกมามีความสูงขนาด $\frac{5}{72}$ นิ้ว ดังนั้นแบบพิมพ์ใด ๆ ก็ตามระยะความสูงที่สุดระหว่างด้านบนเช่น ๒ และด้านล่างเช่น ๘ ของอักษรจะต้องยื่นออกไปน้อยกว่า $\frac{5}{72}$ เพียงเล็กน้อย ขนาดของตัวอักษรจะมีตั้งแต่ 5 ถึง 48 ปอยท์

ประสาร มาลากุล[19] อาจารย์จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย ได้เขียนบทความเรื่องปัญหาการอ่าน และการเจริญของสายตา สรุปใจความตอนหนึ่งได้ว่า บ่อยครั้งที่ได้พบว่าการอ่านของนิสิตนักศึกษาในมหาวิทยาลัย และของผู้ใหญ่มีสาเหตุสืบเนื่องมาจากความบกพร่องในการใช้ตาตั้งแต่ชั้นประถม ดังนั้น ทุกระดับของการเรียน ความเข้าใจถึงปัญหาสาเหตุและความต้องการของผู้เรียนอ่าน จะช่วยป้องกันและขจัดอุปสรรคต่าง ๆ ที่จะเกิดขึ้นได้และการอ่านของเด็กก็จะเจริญงอกงามไปตามแนวทางที่ถูกต้องตามความสามารถของเขา และได้เขียนเพิ่มเติมเกี่ยวกับอักษรที่เป็นปัญหาเช่น การมองเห็นความแตกต่างความคล้ายคลึงของตัวอักษรตัวเลขและได้ให้ตัวอย่างไว้เป็นอันมาก ดังเช่น อักษร น.ม. เป็นอักษรที่เป็นปัญหาอันดับที่ 2 เป็นต้น

<u>ขนาดของตัวอักษรและอัตราเร็วในการอ่าน</u>

ขนาดของตัวอักษรและอัตราเร็วในการอ่านย่อมมีบทบาทสำคัญต่อความเจริญก้าวหน้าของวงการศึกษาอยู่เป็นอันมาก ดังจะเห็นได้ง่าย ๆ ว่า ถ้าบุคคลที่เฉลียวฉลาดได้อ่านหนังสือดี ๆ เป็นจำนวนมาก ๆ ย่อมจะมีโอกาสก้าวหน้าได้ดีกว่าบุคคลที่เฉลียวฉลาดพอ ๆ กัน แต่อ่านหนังสือได้น้อยกว่า สำหรับการที่จะอ่านหนังสือให้ได้มาก ๆ นั้น องค์ประกอบอันสำคัญก็คือต้องอ่านได้รวดเร็ว และ การที่จะอ่านได้รวดเร็วย่อมต้องอาศัยระดับสติปัญญา การฝึกฝน ทักษะในการอ่าน ลักษณะและขนาดของตัวอักษร ตลอดจนความเข้มแห่งการส่องสว่าง และลักษณะของสายตาดังกล่าวแล้ว อย่างไรก็ตามสิ่งต่าง ๆ ตามที่ได้

---

[19] ประสาร มาลากุล, <u>การถนอมนัยน์ตาในวัยเรียน</u>, แหล่งที่แล้ว หน้า 60

กล่าวมาแล้วนั้น ย่อมจะมีส่วนสัมพันธ์และเกี่ยวโยงซึ่งกันและกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในที่นี้จะได้นำเสนอบางเรื่องบางตอนเกี่ยวกับขนาดของตัวอักษรและอัตราเร็วในการอ่านซึ่งได้มีผู้ทำการค้นคว้าและวิจัยไว้ดังนี้

Doris W. Gilbert[20] ได้กล่าวถึงแง่คิดของ Louis Shores ที่ได้เขียนไว้ในเรื่อง How to Find Time to Read ซึ่งลงพิมพ์ในหนังสือชื่อ The Wonderful World of Book มีใจความตอนหนึ่งว่า เมื่อคิดคำนวณอย่างง่าย ๆ จะเห็นว่าถ้าคนเราอ่านหนังสือด้วยอัตราเร็ว 300 คำต่อนาทีแล้ว ภายใน 15 นาทีจะอ่านได้ 4500 คำ แต่โดยเฉลี่ยแล้วหนังสือแต่ละเล่มจะมีคำอยู่ประมาณ 75,000 คำ ดังนั้น ถ้าเราอ่านวันละ 15 นาที ภายใน 1 ปีจะอ่านหนังสือได้ประมาณ 20 เล่ม

Webster's New International Dictionary of the English Language[21] ได้เขียนเกี่ยวกับเรื่องตัวพิมพ์ไว้ว่า การคิดขนาดของตัวพิมพ์ในระบบปอยท์ [Point System] นั้น คำนึงถึงขนาดคงที่ของตัวพิมพ์ที่ทำด้วยตะกั่วเป็นเกณฑ์และระบบปอยท์นี้ States Type Founders' Association ได้ดัดแปลงมาจากระบบของฝรั่งเศสในปี ค.ศ.1886 ที่ใช้เป็นตัว ไพกา (Pica Body) โดยแบ่งขนาดของตัวไพกาออกเป็น 12 ส่วน แต่ละส่วนเรียกว่าหนึ่งปอยท์ (6 ไพกา = 1 นิ้ว) มีขนาดของ 1 ปอยท์เท่ากับ 0.013837 นิ้ว หรือประมาณ $\frac{1}{72}$ นิ้ว และยังได้กล่าวถึงความเป็นมาของตัวพิมพ์ด้วยว่า ตัวพิมพ์ที่เคลื่อนย้ายได้ [Movable Type) เริ่มใช้ในประเทศจีน เมื่อปี ค.ศ.1051-1058 บุคคลที่คิดขึ้นใช้ คือ Pi Sheng ซึ่งตัวพิมพ์ที่ใช้นั้นทำด้วยดิน ต่อมาในปี ค.ศ.1300 Dr. Pelliot ได้คิดตัวพิมพ์ที่ทำด้วยไม้ ณ เมือง Tung Huang ส่วนตัวพิมพ์ที่ทำด้วยโลหะ [Mental Type] ได้หล่อขึ้นใช้เป็นครั้งแรกในประเทศเกาหลีเมื่อปี 1403 และ

---

[20] Doris W.Gilbert, Power and Speed in Reading (N.J.: Prentice-Hall, 1956), P.23

[21] Webster's New International Dictionary of the English Language, 2nd.ed.(Springfield, Mass.: G&C Merriam Co.,1957),1900, 2750 pp.

118022868

พิมพ์ลงในหนังสือพิมพ์ปี 1409 นอกจากนั้นยังได้อธิบาย และแสดงถึงแบบต่าง ๆ ของตัวพิมพ์ ตลอดจนลักษณะของตัวพิมพ์ และขนาดของตัวพิมพ์ต่าง ๆ ด้วย

William S. Gray[22] ได้ทำการวิจัยในปี 1953-1954 เกี่ยวกับการเคลื่อนไหวของสายตาในการอ่าน [Eye Movement] ของผู้ใหญ่จาก 14 ประเทศ ได้พบว่าการเคลื่อนไหวของสายตาในการอ่านโดยส่วนรวม [Glosser Movement] จะเป็นปัจจัยสำคัญสำหรับทุกภาษาโดยไม่เกี่ยวข้องกับรูปร่างและโครงสร้างของภาษาและวัฒนธรรม ถึงแม้ว่าการเคลื่อนไหวของสายตาจะมีอิทธิพลส่วนใหญ่มาจากสมอง [Mental Activities] ก็ตาม และได้สรุปไว้ว่าทุกประเทศในโลกเท่าที่พบจะมีขบวนการเบื้องต้นทางสมอง [Basic Mental Processes] เกี่ยวกับการอ่านคล้ายคลึงกัน ในการทดลองนั้น Gray ได้ใช้บทความจากนิทานอีสปพิมพ์ด้วยภาษาอังกฤษขนาด 12 ปอยท์ แปลออกเป็น 12 ภาษา โดยรักษาคำศัพท์ และรูปประโยคไว้ (มีภาษาไทยรวมอยู่ด้วย) ผลปรากฏว่าโดยเฉลี่ยแล้วการทดสอบครั้งแรก [Preliminary Test] อ่านออกเสียงได้อัตราเร็ววินาที 2.7คำ อ่านในใจได้วินาทีละ 4.4 คำ มีความเข้าใจร้อยละ 71.6 และ 70.9 ตามลำดับ และการทดสอบการเคลื่อนไหวของสายตาในตอนต่อมา อ่านออกเสียงได้อัตราเร็ววินาทีละ 2.8 คำ อ่านในใจได้อัตราเร็ววินาทีละ 4.3 คำ มีความเข้าใจร้อยละ 79.8 และ 77.9 ตามลำดับ นอกจากนั้น ยังได้พบว่าโดยปกติ ผู้อ่านจะหยุดอ่าน 4-10 ครั้ง ใน 1 บันทัดที่มีความยาวธรรมดา และสำหรับตัวอักษรหรือคำที่ไม่มีความสัมพันธ์กัน จะต้องอ่านซ้ำอยู่ 4-5 ครั้ง จึงจะจำได้ และได้อ้างถึงการรายงานของ Edmund Burk Huey ที่เขียนไว้ในหนังสือ <u>The Psychology and Pedagogy of Reading</u> ปี 1912 ว่า นิสิตมหาวิทยาลัย จะอ่านในใจได้อัตราเร็วเฉลี่ย วินาทีละ 5.63 คำ และอ่านได้มากที่สุดวินาทีละ 8.21 คำ ถ้าอ่านออกเสียงจะอ่านได้วินาทีละ 3.55 คำ และอ่านได้มากที่สุด 5.58 คำ โดยสรุป แล้วคนที่อ่านในใจจะอ่านได้เร็วกว่าอ่านออกเสียง 1 $\frac{1}{2}$ ถึง 2 เท่าและผู้ใหญ่บางคนอาจจะอ่านในใจได้เร็วกว่าอ่านออกเสียง 3,4 หรือ 7 เท่า

---

[22] William S.Gray, <u>The Teaching of Reading and Writting</u> [Switzerland: UNESCO, 1956), 1-281 pp.

C.W. Hunnicutt and William J.Iverson[23] ได้รวบรวมเกี่ยวกับการอ่านไว้หลายเรื่อง พอสรุปบางเรื่องที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยนี้ได้ดังนี้คือ Miles A.Tinker ได้เขียนเรื่อง The Relation of Speed of Reading to Comprehension ว่า โดยทั่ว ๆ ไปแล้วแนวโน้มของผลที่ได้จากหลาย ๆ แหล่งแสดงว่าอัตราเร็วและความเข้าใจในการอ่านมีความสัมพันธ์กันอย่างเด่นชัด และ Helen Mansfield Robinson ได้เขียนเรื่อง Why Pupil Fail in Reading โดยได้สรุปถึงสาเหตุต่าง ๆ ที่ทำให้อ่านได้ไม่เป็นผลดี เช่น ความยากลำบากในการมอง สภาพทางสติปัญญาและวุฒิภาวะ องค์ประกอบเกี่ยวกับสมองและตัวควบคุม [Dominators] ต่าง ๆ ตลอดจนระบบการฟัง การพูดภาษา ความไม่สมประกอบทางร่างกายและการหวั่นไหวของอารมณ์ ตลอดจนสภาพทางสังคมและสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ

Gertrude Hildreth[24] ได้รายงานผลการวิจัยพอสรุปได้ว่าอัตราเร็วในการอ่านของเด็กชายหญิงอเมริกันในชั้น Grade 1 ถึง 10 จะค่อย ๆ เพิ่มมากขึ้น คือ เด็ก Grade 1 จะอ่าน ได้อัตราเร็วนาทีละ 60 คำ จนถึงเด็ก Grade 10 จะอ่านได้นาทีละ 250 คำ

กาญจนา วัฒนโยธิน และคนอื่น[25] ได้เขียนรายงานไว้ในวิทยานิพนธ์พอสรุปได้ว่า อัตราเร็วในการอ่านของนิสิตครุศาสตร์ ปีที่ 1-2 หลักสูตร 4 ปี จำนวน 150 คน อ่านบทความ 3 ชนิด คือ ยาก ง่าย และปานกลาง จำนวน 1697 พยางค์ ได้ผลดังนี้

---

[23]C.W.Hunnicutt and William J. Iverson, ed., Research in the Three R's [New York: Harper & Brothers, 1958] 146,248-254 pp.

[24]Gertrude Hildreth, Teaching Reading [New York: Hary Holt & Co.,1958), P.103

[25]กาญจนา วัฒนโยธิน และคนอื่น ความสามารถในการอ่านของนิสิตครุศาสตร์ปีที่ 1 และ 2 วิทยานิพนธ์ ครุศาสตร์ 2501

ชนิดของบทความ	อัตราเร็วในการอ่าน(พยางค์/วินาที)	
	นิสิตปีที่ 1	นิสิตปีที่ 2
ง่าย	12-12.99	10-10.99
ปานกลาง	9-9.99	8-8.99
ยาก	5-5.99	8-8.99

และได้สรุปว่า อัตราเร็วจะเพิ่มขึ้นถ้าบทความง่ายและจะลดลง ถ้าบทความยากนิสิตจะจับใจความได้ดี ถ้าใช้เวลาอ่านมาก และจะจับใจความไม่ค่อยได้ ถ้าใช้เวลาอ่านน้อย และนิสิตชายปีที่ 1 อ่าน ได้อัตราเร็วเฉลี่ย และจับใจความได้ดีกว่านิสิตหญิงปีที่ 1 แต่นิสิตหญิงปีที่ 2 จะอ่านได้อัตราเร็วเฉลี่ยและจับใจความได้ดีกว่านิสิตชายปีที่ 2

Glenn McCracken[26] ได้เขียนไว้ว่า ในวงการศึกษาได้ยอมรับกันว่าเด็กนักเรียนชั้นต้น ๆ จะมีช่วงความตั้งใจอยู่ได้นานประมาณ 12 ถึง 15 นาที โดยเฉพาะเด็ก 6 ขวบ เวลาที่เกินกว่า 15 นาที เด็กจะใช้ไปทำอย่างอื่น ดังนั้น ถ้าครูต้องการให้เด็กอ่านบทเรียนควรคำนึงถึงช่วงเวลาดังกล่าวแล้ว และยังได้กล่าวไว้อีกว่าในเวลานั่งเรียนของเด็กเริ่มเรียนนั้น ครูสามารถที่จะรักษาช่วงเวลาของความตั้งใจของนักเรียนทั้งชั้นได้นานถึง 45 นาที

เดช จรูญเรืองฤทธิ์[27] ได้รายงานไว้ในวิทยานิพนธ์ตอนหนึ่งว่า ดร.Frederick L. Ayer และ อาจารย์ สุมน อมรวิวัฒน์ ได้ทำการวิจัยในปี พ.ศ.2499 โดยใช้นิสิตปีที่ 1 ของจุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย จำนวน 15 คน นิสิตจะอ่านได้อัตราเร็วเฉลี่ยนาทีละ 316 คำ และมีความเข้าใจร้อยละ 70

---

[26] Glenn McCracken, The Right to Learn[Chicago:Henry Regnery Co., 1959], 168-171 p.p.

[27] เดช จรูญเรืองฤทธิ์ การส่งเสริมประสิทธิภาพในการอ่านของนักเรียนชั้นมัธยมปีที่ 2 วิทยานิพนธ์ ครุศาสตร 2503

ภาณี การุณยะวานิช[28] ได้รายงานไว้ในวิทยานิพนธ์ ตอนหนึ่งว่านักเรียนมัธยมจะอ่านในใจได้อัตราเร็วเฉลี่ยนาทีละ 113.86 คำ นักเรียนหญิงอ่านได้นาทีละ 116.53คำ นักเรียนชายอ่านได้นาทีละ 111.27 คำ โดยกำหนดให้อ่านบทความจำนวนทั้งสิ้น 910 คำ

Chester W. Harris[29] ได้รวบรวมรายงานการวิจัยไว้หลายเรื่องด้วยกัน พอสรุปบางตอนของบางเรื่องได้ดังนี้

Buckingham เขียนรายงานไว้ว่าเด็กชั้นต้น ๆ [First Grade Children] อ่านอักษรขนาด 12 ปอยท์ ได้เร็วเป็นอันดับแรกรองลงไปก็คือขนาด 14, 18 และ 24 ปอยท์เป็นอันดับสุดท้าย

Alderman ได้ทดลองให้เด็ก Grade 1 ถึง 6 อ่านตัวพิมพ์ขนาด 8,10,12 และ 14 ปอยท์ ปรากฏผลว่าเด็ก Grade 1 ถึง 6 จะอ่านอักษรตัวที่เล็กได้เร็วกว่าอักษรตัวที่ใหญ่ขึ้นเป็นลำดับไป และจะเป็นจริงสำหรับเด็กที่มีระดับสติปัญญาแตกต่างกันด้วย

Walter J. McNamara และคนอื่น ได้รายงานไว้ในหนังสือ Sight Saving Reading ว่าการใช้ Speed Comprehension Test กับเด็ก Grade 1 ถึง 3 จำนวน 3000 คน โดยใช้ตัวพิมพ์ขนาด 8,10,12,14,18 และ 24 ปอยท์ ปรากฏผลว่าอักษรขนาดต่าง ๆ กัน จะมีประสิทธิผลคงที่ต่ออัตราเร็วในการอ่านของเด็ก Grade 1-2 ส่วนเด็ก Grade 3 นั้น อักษรขนาด 10,12 และ 14 ปอยท์ จะอ่านได้เร็วกว่าอักษรขนาด 8,18 และ 24 ปอยท์ ผู้วิจัยได้สรุปว่าขนาดของตัวพิมพ์จะไม่มีประสิทธิผลต่อเด็กเล็กชั้นต้นๆ ทั้งนี้เพราะมีส่วนสัมพันธ์กับข้อเท็จจริงที่ว่านิสัยในการอ่านของเด็ก ยังไม่คงที่ [Stabilized] จนกว่าจะได้เรียนถึงชั้น Grade 4 ดังนั้นจึงไม่ควรใช้อัตราเร็วในการอ่านเป็นเกณฑ์พิจารณา

---

[28] ภาณี การุณยะวานิช การสอนกับความสามารถในการอ่านของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 วิทยานิพนธ์ ครุศาสตร์ 2503

[29] Chester W. Harris, ed., op.cit 1110-1111 pp.

ว่าจะใช้ตัวพิมพ์ขนาดใดสำหรับเด็กในชั้นต้น ๆ

Henry ได้กล่าวไว้ว่า จากการวิจัยได้พบว่า ถ้าใช้อักษรหรือบทความในแต่ละบันทัดยาว 90 ม.ม. กับเด็กชั้นต้นและผู้ใหญ่ จะเป็นแบบฉบับที่เหมาะสมในการใช้ประกอบการเคลื่อนไหวของสายตา [Optimal Pattern of Eye Movements in Reading] กล่าวคือจะช่วยให้มีการหยุดพักอ่าน [Number of pause] ของสายตามีจำนวนน้อย และมีช่วงของการจับตาหยุดอ่าน [Fixation Pauses] ในเวลาอันสั้น

Schmidt รายงานว่า จำนวนการเคลื่อนไหวของสายตาในแต่ละบันทัดเมื่ออ่านในใจ จะอยู่ระหว่าง 10.8 ถึง 4.1 ครั้ง และอ่านออกเสียงจะอยู่ระหว่าง 11.5 ถึง 6.1 ครั้ง ส่วนช่วงของการจับตา เมื่อคิดเป็นจำนวนส่วนพันของวินาที การอ่านในใจจะอยู่ระหว่าง 524 ถึง 230 ส่วนใน 1000 ส่วนของวินาที สำหรับจำนวนของการย้อนกลับมาใหม่ [Regression]ต่อบันทัดสำหรับอ่านในใจ จะมีช่วงอยู่ระหว่าง 4.0 ถึง 0 และอ่านออกเสียงระหว่าง 3.7 ถึง 0.2 บันทัด

Tinker ได้รายงานว่า การจับตาอ่านแต่ละครั้งของผู้ใหญ่สำหรับคำที่ไม่มีความสัมพันธ์กันเลย จะได้จำนวน 4 ถึง 5 คำ หรือประมาณ 16-25 ตัวอักษร ส่วนช่วงของสายตา [Eye Span] คือช่วงของระยะจับตาจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งจะเพิ่มขึ้น เมื่ออักษรหรือตัวเลขเหล่านั้นได้ใช้อย่างมีความหมาย หรือคำที่ใช้รวมกันเป็นประโยค นอกจากนั้น Schmidt ยังได้พบอีกว่าโดยเฉลี่ยแล้วผู้ใหญ่ จับตาอ่านแต่ละครั้ง [The Span of Recognition] จำนวนตัวอักษรหรือคำที่จำได้ เมื่ออ่านในใจจะอยู่ระหว่าง 2.15 ถึง 0.93 คำ ถ้าเป็นเด็กชั้นมัธยมจะอ่านได้ 2.04 ถึง 1.04 คำ ต่อการจับตาหนึ่งครั้ง และเด็กชั้นประถมจะอ่านได้ 2.44 ถึง 1.04 คำต่อการจับตาหนึ่งครั้ง ส่วนอัตราเร็วในการมองเห็น หรือช่วงของการจับตาหยุดอ่านโดยเฉลี่ยแล้วการอ่านในใจของเด็กชั้นประถมจะใช้ช่วงเวลาของการจับตาหยุดอ่านแต่ละครั้งมากกว่า $\frac{3}{10}$ วินาที เพียงเล็กน้อยสำหรับเด็กชั้นมัธยม และผู้ใหญ่จะใช้เวลาน้อยกว่า $\frac{4}{10}$ วินาที เมื่ออ่านออกเสียง

Luckiesh and Moss รายงานว่า ตัวพิมพ์ขนาด 12 ปอยท์ เป็นขนาด

เล็กที่สุด และเหมาะที่สุดสำหรับผู้ใหญ่ที่สายตาปกติ และควรพิมพ์ให้แต่ละบันทัดยาว 13-21 picas นอกจากนั้น Paterson และ Tinker ได้พบว่า ถ้าใช้ตัวพิมพ์ขนาด 10 ปอยท์ และใช้บันทัดยาว 17 และ 28 picas จะทำให้เห็นได้ชัดเจน ช่วงของบันทัดที่ยาวหรือสั้นกว่านี้ ผู้อ่านจะไม่ชอบ

Carmichael and Dearborn ได้รายงานในปี 1947 ว่า ระยะเวลาที่ผู้ใหญ่อ่านได้นานต่อเนื่องกันโดยไม่ทำให้ประสิทธิภาพของการอ่านลดลงนั้นมีเวลานานถึง 6 ชั่วโมงเต็ม ๆ

ปรีชา ธรรมมา[30] อาจารย์วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร ได้เป็นผู้รวบรวมบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ตอนหนึ่ง ได้สรุปบทคัดย่อของนาย กมล สุดประเสริฐ เรื่องขนาดตัวหนังสือ ช่องไฟ และทักษะในการอ่าน มีใจความสำคัญดังนี้ คือ การทดลองได้ใช้เด็กประชาบาลชั้น ป.4 จำนวน 1367 คน อ่านบทความทดสอบ 2 เรื่อง แต่ละเรื่องมีความยาว 3200 พยางค์ พิมพ์ด้วยตัวอักษร 2 ขนาด แต่ละขนาดแยกออกเป็นประเภทแยกคำและไม่แยกคำ ตัวเหลี่ยมแยกคำและไม่แยกคำ และได้แบ่งเด็กทดสอบออกเป็น 8 กลุ่ม แต่ละกลุ่มได้อ่านบทความทดสอบในลักษณะเหมือนกัน คือ อ่านบทความทดสอบ 2 เรื่อง ตัวอักษร 2แบบ และ 2 ประเภท การทดลองนี้ได้วิเคราะห์ผลโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ Factorial Design ได้ผลดังนี้คือ เด็ก ป.4 ทุกกลุ่มอ่านได้อัตราเร็วเฉลี่ย 138 พยางค์ต่อนาที ข้อความทั้ง 2 เรื่องมีความยากง่ายต่างกัน เด็กอ่านตัวพิมพ์เหลี่ยมได้เร็วกว่าตัวกลางบาง อ่านบทความประเภทเว้นระยะระหว่างคำได้เข้าใจดีกว่าที่พิมพ์ติดกันเป็นพืด และอ่านบทความที่พิมพ์แบบตัวบางได้เข้าใจดีกว่าแบบตัวเหลี่ยม

วันเพ็ญ สุรฤกษ์[31] ได้เขียนไว้ในวิทยานิพนธ์ว่าในการหาอัตราเร็วในการอ่านภาษาไทยได้ใช้นักเรียนจำนวน 120 คน จากโรงเรียน 12 แห่ง โดยให้อ่านบทความจาก

---

[30] ปรีชา ธรรมมา "บทคัดย่อปริญญานิพนธ์ เพื่อรับปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต (จิตวิทยาพัฒนาการ) 2505, ของนิสิตวิทยาลัยวิชาการศึกษา ภายใต้การควบคุมและแนะนำของสถาบันระหว่างชาติ สำหรับการค้นคว้าเรื่องเด็ก" <u>วารสารการวิจัยทางการศึกษา</u> 2:12-14 พ.ค.-ส.ค.2506

[31] วันเพ็ญ สุรฤกษ์ <u>อัตราเร็วในการอ่านภาษาไทยของนักเรียนชั้นประโยคเตรียมอุดมศึกษา</u> วิทยานิพนธ์ ครุศาสตร์ 2505

หนังสือแบบเรียน นวนิยาย และหนังสือพิมพ์รายวัน และคำนวณหาอัตราเร็ว และความเข้าใจในการอ่านจากสูตร

อัตราเร็วในการอ่านแต่ละคน (คำต่อนาที) = $\frac{\text{จำนวนคำที่อ่าน} \times 60}{\text{เวลาที่อ่านได้เป็นวินาที}}$

ความเข้าใจจากการอ่าน (ค่าร้อยละ) = $\frac{\text{จำนวนข้อที่ตอบถูก} \times 100}{\text{45 (คะแนน,ข้อละ 1คะแนน}}$

อัตราเร็วเฉลี่ย = $\frac{\text{ผลบวกของอัตราเร็วในการอ่านของทุกคน}}{\text{จำนวนนักเรียนชายหญิงในโรงเรียน}}$

ผลที่ได้จากการทดสอบได้อัตราเร็วเฉลี่ยคิดเป็นคำต่อนาที ดังนี้คือ 200, 263, 226, 259, 247, 329, 271, 236, 350, 223, 245 และ 300 ได้ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 45,47, 51, 59, 61, 130, 64, 59, 62, 32, 50, และ 139 มีความเข้าใจร้อยละ 71,60 62, 60,58, 69, 58, 67, 60, 67, 64 และ 73 ตามลำดับ และได้สรุปว่านักเรียนที่อ่านช้าจะเข้าใจดี ยกเว้นนักเรียนบางคนที่มีความสามารถระดับสูง และนักเรียนวัยเดียวกันระดับเดียวกันปรากฏว่ามีอัตราเร็วในการอ่านต่างกันมาก แต่ไม่ทราบสาเหตุ

Edward Fry[32] ได้เขียนไว้ว่า คนอังกฤษพูดได้เร็ว นาทีละ 150 คำ โดยเฉลี่ยแล้วคนอังกฤษและอเมริกันอ่านได้เร็ว 250 คำต่อนาที คนที่อ่านเก่งจะอ่านได้เร็วเป็น 2 เท่า คนที่อ่านนิตยสาร หนังสือพิมพ์ หนังสือตำราง่าย ๆ นั้น คนที่อ่านไม่เก่งจะอ่านได้ 150-180 คำ ต่อนาที มีความเข้าใจ 70 % คนที่อ่านเก่งจะอ่านได้ 250-500 คำต่อนาที และมีความเข้าใจ 70 %

Paul T. King and William Dellade[33] ได้เขียนตอนหนึ่ง

---

[32] Edward Fry op.cit. 2,52 pp.

[33] Paul T. King and William Dellade,"The University of Missouri Reading Improvement program", Journal of Reading, 8:307-308, April, 1965

ของบทความไว้พอสรุปได้ว่า ความสามารถของนักศึกษาระดับมหาวิทยาลัยในการอ่านได้แสดงอย่างเด่นชัด ว่าให้ผลสำเร็จทางการศึกษาแก่นักศึกษามหาวิทยาลัย และได้เสนอแนะไว้ในตอนหนึ่งว่า การปรับปรุงการอ่านให้ดีขึ้นอาจจะกระทำได้โดยการเลื่อนนิ้วไต้นิ้วหนึ่งตรงขอบกระดาษตามแนวบันทัดที่อ่านลงมา

Lawrence W. Carrillo[34] ได้เขียนรายงานเรื่อง Developing Flexible Reading Rate มีใจความตอนหนึ่งว่า อัตราเร็วในการอ่านของแต่ละบุคคลนั้น ควรจะได้มีการควบคุมองค์ประกอบ 2 อย่างด้วยกัน **คือความมุ่งหมายส่วนตัวในการอ่าน**เรื่องนั้น ๆ และความยากของเรื่องที่อ่าน ดังนั้น ถ้าเรื่องใดเข้าใจยาก ผู้อ่านจะอ่านได้ช้าเพื่อจะทำความเข้าใจ ด้วยเหตุนี้อัตราเร็วในการอ่านจะแปรตามผลการเปลี่ยนแปลงในการทำความเข้าใจของแต่ละบุคคลในเรื่องนั้น ๆ

David C. Witney[35] ได้รวบรวมความคิดเห็นของMiles A. Tinker เกี่ยวกับเรื่อง Legibility of Print ไว้ว่าการเลือกชนิดของตัวพิมพ์ [Type face] ขนาดตัวพิมพ์, ความกว้าง ยาวของ บันทัด และการเว้นขอบกระดาษพิมพ์[Page Margins] นั้น มีความสำคัญเท่า ๆ กับประสิทธิผลที่เกิดจากการอ่านคำศัพท์ และโครงสร้างของประโยคโดยเฉพาะอย่างยิ่ง Tinker ได้แนะนำเกี่ยวกับชนิดของตัวพิมพ์ไว้ว่าตัวอักษรแบบ Serif (อักษรที่มีขีดขวางที่หัวท้ายเช่น I) จะทำให้อ่านได้ยาก, ถ้าเป็นตัวหนา (Heavy) และตัวยาวเกินไป และหนังสือจะอ่านได้ยากถ้ามีการพิมพ์ [Stroke] ตัวอักษรให้หนาบางต่างกัน ช่องว่างสีขาวในตัวอักษรควรจะให้ใหญ่มากที่สุดเท่าที่จะมากได้ เพื่อที่จะแยกให้เห็นความแตกต่างระหว่างตัวอักษร เช่น ขีดขวางของอักษร e ควรให้ต่างจากตัว c และได้สรุปว่า ผู้อ่านชอบอักษรชนิดที่พิมพ์ตัวหนัก [Heavy Type face] มากกว่าที่จะเป็นตัวบาง [Bold face] ทั้งหมด ตัวที่เป็นชนิด San Serifs อ่านได้ง่ายเท่ากับ Serif แต่ผู้อ่านไม่ชอบ Serif Type ตัวพิมพ์ตัวเอน (Italic Type)

---

[34]Ibid p.322

[35]David Witney, "Legibility of Print by Miles A. Tinker", Journal of Reading, 8:411-412 May, 1965

อ่านได้ยากกว่าแบบธรรมดา อักษรตัวพิมพ์ใหญ่ทั้งหมด [All Capital Type] อ่านได้ยากกว่าที่มีอักษรตัวพิมพ์ใหญ่ คละปนอยู่มีจำนวนต่ำกว่าตัวบาง [Bold face] อ่านได้ง่ายพอ ๆ กับตัวธรรมดา แต่ผู้อ่านชอบตัวธรรมดามากกว่า และผลการวิจัยของ Tinker ได้พบว่าขนาดของตัวอักษรที่พอดีนั้น จะต้องพิจารณาร่วมกับความยาวของบันทัด การเว้นริมขอบไว้มาก ๆ และการขจัดสิ่งที่เขียนเป็นส่วนโค้งต่าง ๆ ให้น้อยลง ซึ่งจะเป็นส่วนที่ช่วยให้อ่านได้เร็วขึ้น

จากทฤษฎีและการวิจัยอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องทั้งหมดดังได้กล่าวมาแล้วนั้น ย่อมแสดงให้เห็นว่าองค์ประกอบต่อไปนี้คือ ความเหมาะสมของแสงสว่างอัตราเร็วในการอ่าน ขนาดของตัวอักษร ประสิทธิภาพของผลงานลักษณะของสายตาหรือสุขภาพทางกายอื่น ๆ สุขภาพทางจิตใจของแต่ละบุคคลที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้านั้น จะมีปริมาณ ระดับ และมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน มากน้อยแตกต่างกันตามสภาพและตามลักษณะของสังคมและสิ่งแวดล้อมซึ่งไม่เหมือนกัน

อย่างไรก็ตาม สิ่งต่าง ๆ ดังกล่าวมาแล้วนี้ พอจะนำมาใช้เป็นแนวทางในการวิจัยเรื่องนี้ได้บ้างตามสมควร