



สรุปผลการทดลอง และ วิจารณ์

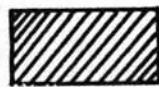
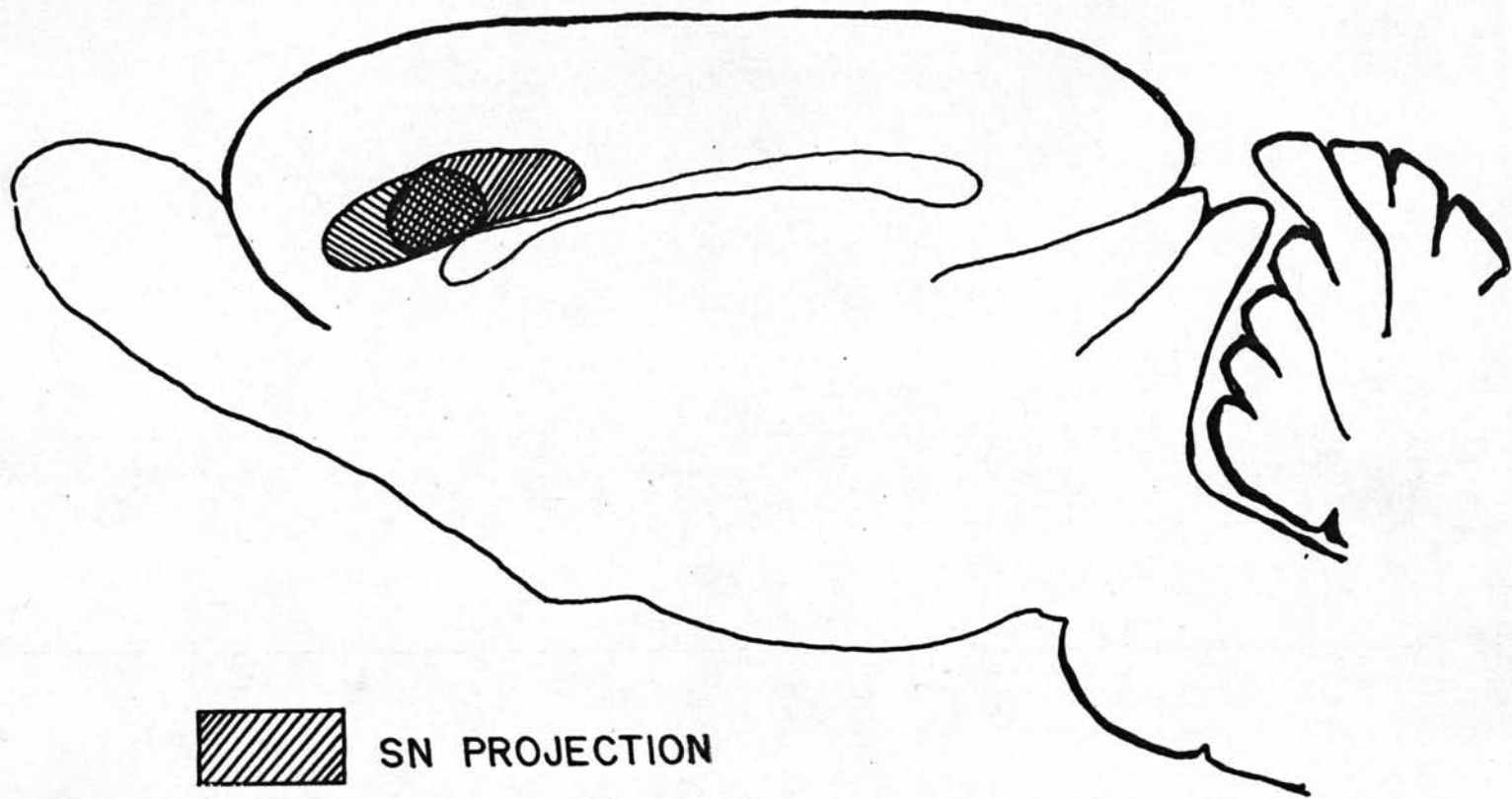
จากผลการทดลองครั้งนี้ ตามตารางที่ ๒ และรูปที่ ๒๓ ถึงรูปที่ ๓๐ เมื่อฉีด HRP ลงในเปลือกสมองของหนูขาวบริเวณ medial ภายในระยะ ๑ ม.ม. ห่างจาก midline โดยเริ่มตั้งแต่แนวระนาบที่ห่างจาก bregma ไปทางด้าน rostral ตั้งแต่ ๑ ม.ม. ไปจนถึง ๔ ม.ม. (L0 ถึง L1, AP-1 ถึง AP-4) และในระดับความลึกประมาณ ๒.๕ ม.ม. จึงจะพบ HRP positive cell ที่ substantia nigra (A9) และ/หรือที่ ventro tectum area (A10) ซึ่งเป็นข้อบ่งชี้ว่ากลุ่มเซลล์ใน substantia nigra (A9) และ ventro tectum area (A10) ดังกล่าวได้ส่งปลายประสาทไปยังเปลือกสมองบริเวณ medial ของ prefrontal cortex และดูเหมือนว่าการแผ่กระจายของปลายประสาทจากกลุ่มเซลล์ทั้งสองมีความแตกต่างกัน กล่าวคือ ถ้าฉีด HRP ลงในบริเวณเริ่มตั้งแต่ด้านบนของ genu ของ corpus callosum ต่อเนื่องมาทางด้าน posterior จนถึงระนาบ ๑ ม.ม. ด้านหน้าของ bregma (L0 ถึง L1, AP-1 ถึง AP-3) ในระดับความลึกตามที่ได้อ้างมาแล้วนั้น จะพบ HRP positive cell ที่ substantia nigra (A9) เป็นส่วนมาก และพบที่ ventro tectum area (A10) บ้าง เป็นส่วนน้อย ในขณะที่การฉีด HRP ลงในบริเวณเริ่มตั้งแต่ด้านบนของ genu ของ corpus callosum แล้วต่อเนื่องมาทางด้าน rostral จนถึงระนาบ ๔ ม.ม. ด้านหน้าของ bregma (L0 ถึง L1, AP-3 ถึง AP-4) ในระดับความลึกเดียวกัน จะพบ HRP positive cell กระจายอยู่ใน ventro tectum area (A10) มากกว่าใน substantia nigra (A9) ผลการทดลองเช่นนี้ ยิ่งชี้ว่า ปลายประสาทจากกลุ่มเซลล์ใน substantia nigra (A9) จะสิ้นสุดใน frontal cortex บริเวณตั้งแต่ทางด้านบนของ genu ของ corpus callosum ต่อเนื่องไปทาง caudal จนถึง ระนาบ ๑ ม.ม. หน้าจุด bregma ซึ่งวิถีประสาทนี้อาจเรียกได้ว่า nigro-cortical pathway ส่วนปลายประสาทจากกลุ่มเซลล์ใน ventro tectum area (A10) จะอ้อม ไปทางด้านบนของ genu ของ corpus callosum แต่จะแผ่ไปทางด้าน rostral จนถึงบริเวณห่าง

จาก bregma ๔ ม.ม. และวิถีประสาทนี้อาจเรียกได้ว่า meso-cortical pathway การแผ่กระจายของปลายประสาทของวิถีประสาททั้งสองนี้ อาจแสดงได้ดังรูปที่ ๓๘ และรูปที่ ๓๙ ข้อมูลจากการฉีด HRP จำนวนน้อย ๆ ลงไปในบริเวณเล็ก ๆ ในเปลือกสมองในขอบเขตดังกล่าวนี้ ได้แสดงให้เห็นว่า กลุ่มเซลล์ทั้งสองกลุ่มจาก brain stem เมื่อส่งปลายประสาทมาสิ้นสุดที่ medial cortex บริเวณที่ปลายประสาทสิ้นสุดจะมีส่วนเหลื่อม (overlap) กันที่ด้านบนของ genu ของ corpus callosum โดยปลายประสาทจาก substantia nigra (A9) จะแผ่กระจายไปทาง caudal และปลายประสาทจาก ventro tectum area (A10) จะแผ่ไปทาง rostral ของเปลือกสมอง

เมื่อฉีด HRP ลงในเปลือกสมองของหนูขาวบริเวณด้านบนของ rhinal sulcus ทางด้าน anterior หนา ๒ ม.ม. ถึง ๓ ม.ม. จาก bregma (L5, AP-2 ถึง AP-3, D7) จะทำให้พบ HRP positive cell ที่ ventro tectum area (A10) เท่านั้น แสดงว่า กลุ่มเซลล์ใน ventro tectum area (A10) จะส่งวิถีประสาทไปสิ้นสุดที่เปลือกสมองบริเวณด้านบนของ rhinal sulcus ทางด้าน anterior และอาจเรียกวิถีประสาทนี้ว่า meso-rhinal pathway การแผ่กระจายของปลายประสาทวิถีนี้ได้แสดงไว้ในรูปที่ ๔๐

จะเห็นได้ว่า บริเวณเปลือกสมองส่วนหน้าที่มีกลุ่มเซลล์ใน mid brain tectum ส่งวิถีประสาทมาสิ้นสุดที่ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างผลการทดลองครั้งนี้กับตามรายงานของ Lindvall และคณะ (๒๒) แล้วจะคล้ายกัน กล่าวคือ ในรายงานนี้ได้บรรยายถึงวิถีประสาทจาก mid brain tectum ไปยังเปลือกสมองไว้สามระบบคือ anteromedial system, supragenal system และ suprarhinal system

ข้อกำหนดทางกายวิภาคอย่างหนึ่ง สำหรับใช้ในการแสดงเอกลักษณ์บริเวณต่าง ๆ ในสมองในปัจจุบันนี้อาจใช้ตามลักษณะการติดต่อระหว่างเปลือกสมองกับส่วนอื่น ๆ ของสมองเป็นหลัก สำหรับ prefrontal cortex นั้น เราอาจให้คำจำกัดความได้ว่า เป็นบริเวณเปลือกสมองที่มีวิถีประสาทส่งแผ่ขึ้นมาจาก nucleus mediodorsalis thalami มาสิ้นสุด (๑๒) (๔๕) (๔๖) (๔๗) จากการทดลองครั้งนี้ ได้พบว่า nucleus mediodorsalis thalami ส่งปลายประสาทไปสิ้นสุดที่ medial cortex ในบริเวณด้านหน้า (anterior) ทางเหนือ (dorsal) ของ genu ของ corpus callosum ติดต่อกันออกไปใน anterior cortex จากรายงานของ Leonard (๑๒)

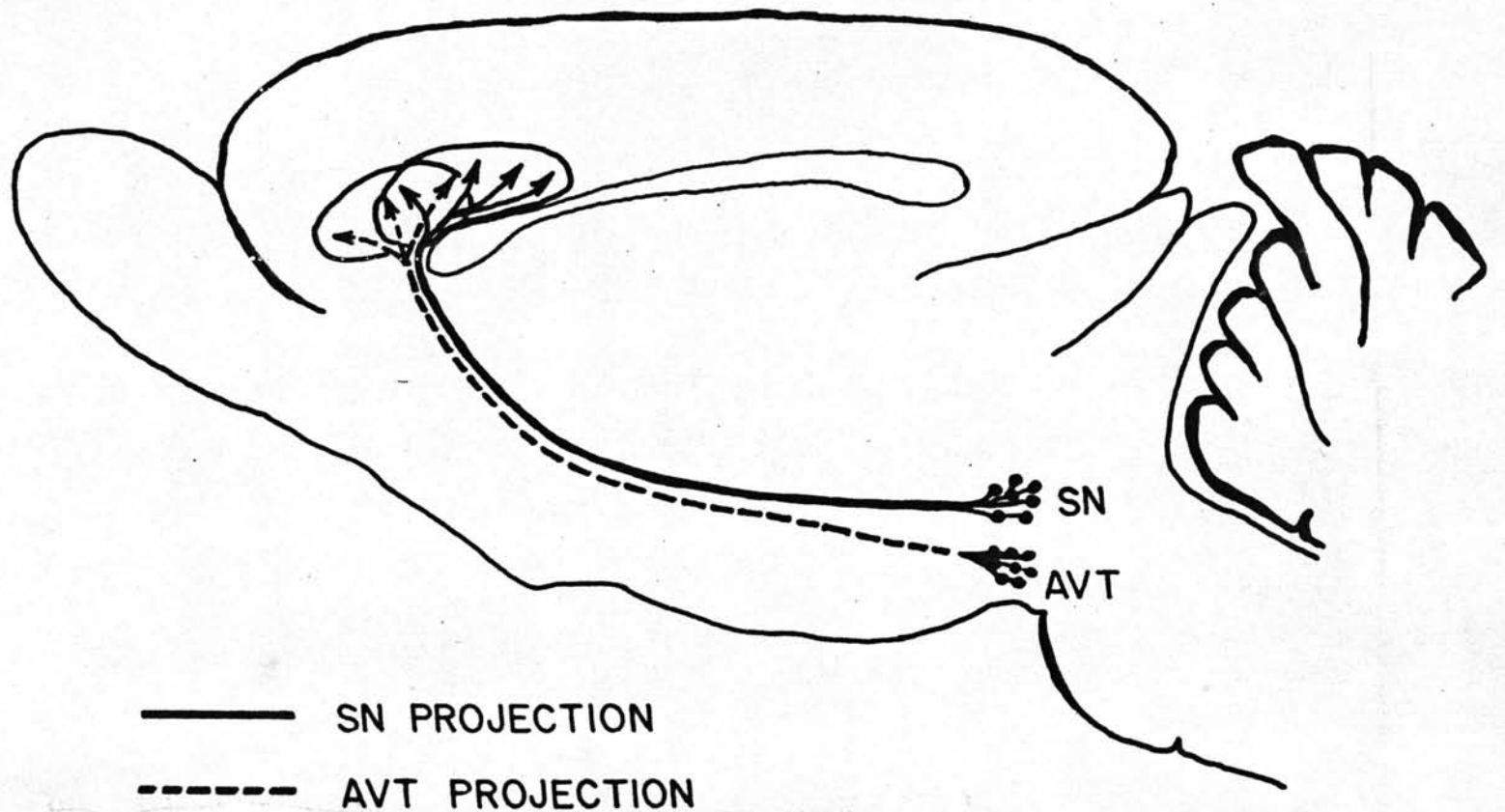


SN PROJECTION

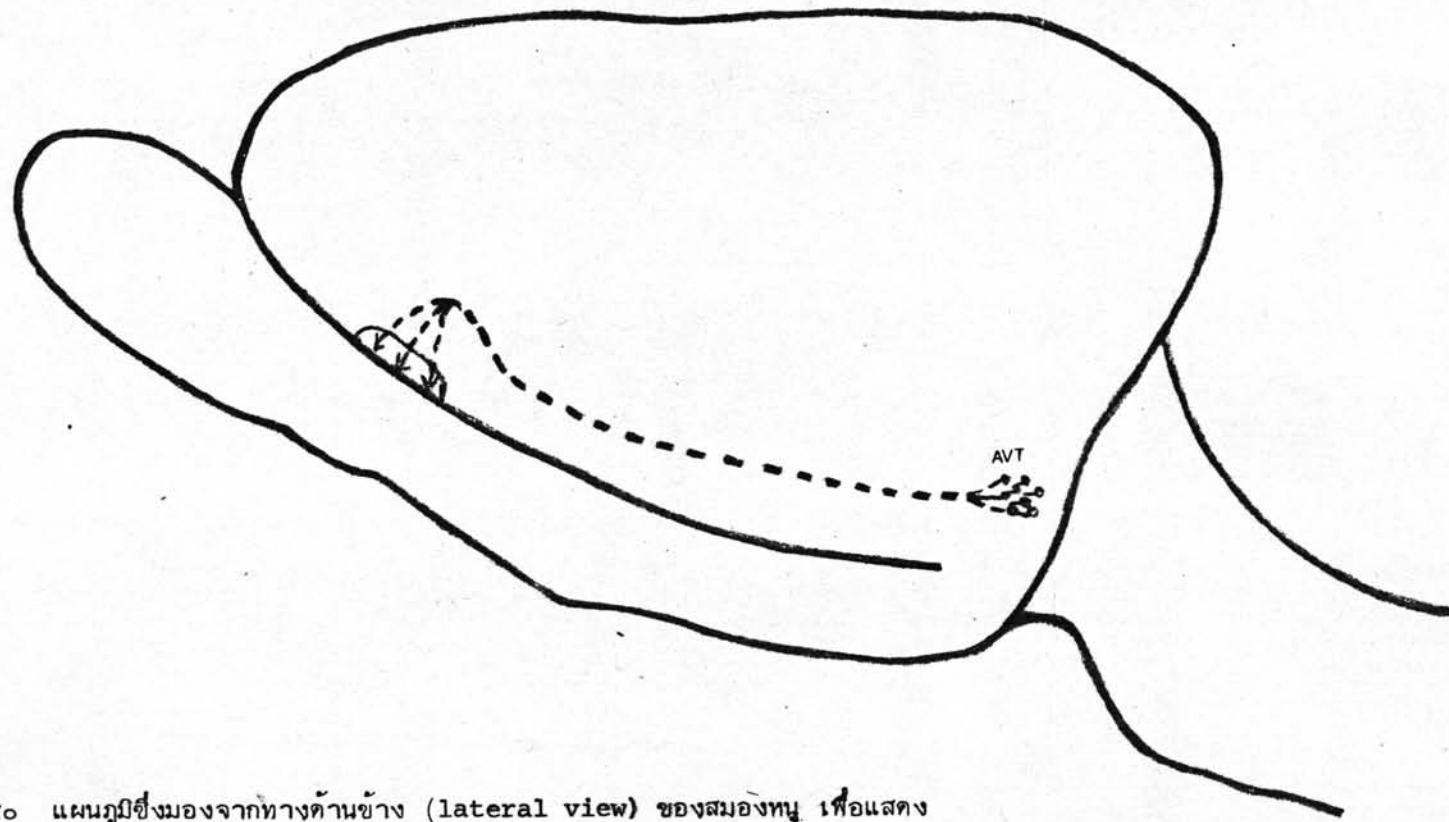


AVT PROJECTION

รูปที่ ๓๘ แผนภูมิซึ่งตัดตามยาว (mid sagittal plane) ของสมองหนู เพื่อแสดงบริเวณของเปลือกสมองที่มี projection มาจาก substantia nigra และ ventro tectum area จะเห็นได้ว่าบริเวณทั้งสองมีส่วนเหลื่อม (overlap) ณ ส่วนเหนือของ genu ของ corpus callosum จากผลการทดลองครั้งนี้ ๕



รูปที่ ๓๔ แผนภูมิซึ่งตัดตามยาว (mid sagittal plane) ของสมอง เพื่อแสดง nigro cortical pathway และ meso cortical pathway บริเวณที่ปลายประสาทของวิถีทั้งสองสิ้นสุดมีส่วนเหลื่อม (overlap) ณ ส่วนเหนือของ genu ของ corpus callosum จากผลการทดลองครั้งนี้



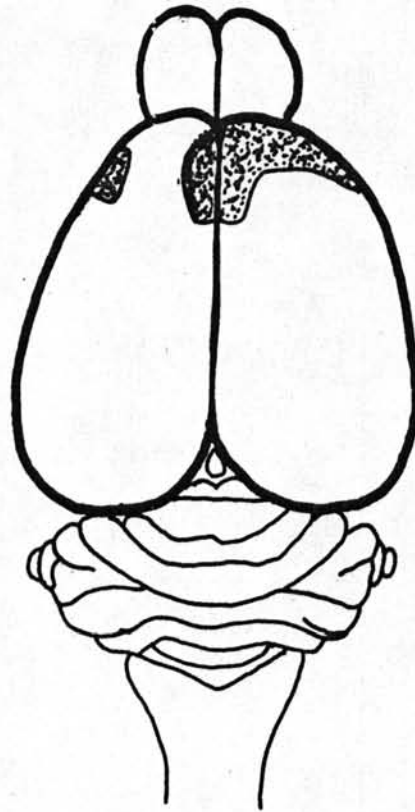
รูปที่ ๔๐ แผนภูมิซึ่งมองจากทางด้านข้าง (lateral view) ของสมองหนู เพื่อแสดง meso-rhinal pathway จากผลการทดลองครั้งนี้

ซึ่งได้ศึกษาหาบริเวณของ prefrontal cortex ในหนูขาว โดยใช้ข้อกำหนดเดียวกันนี้ด้วย degeneration technique และย้อมสีด้วยวิธีของ Fink-Feimer silver technique และ Lindvall กับ คณะ^(๒๒) ซึ่งศึกษาโดยใช้ HRP technique ร่วมกับ fluorescent histochemistry ก็ได้พบเหมือนกันว่า nucleus mediodorsalis thalami ส่งปลายประสาทมาสิ้นสุดที่ medial cortex ในบริเวณ anterior ในส่วน dorsal ของ genu ของ corpus callosum นอกจากนี้บุคคลเหล่านั้นยังได้พบอีกว่า ปลายประสาทจาก nucleus mediodorsalis thalami มาสิ้นสุดในบริเวณด้านบนของ rhinal sulcus ทางด้าน anterior อีกด้วย ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับบริเวณ prefrontal cortex จากการทดลองครั้งนี้ โดยใช้สัตว์ species เดียวกัน และใช้ข้อกำหนดเดียวกัน บริเวณที่อาจกำหนดว่าเป็น prefrontal cortex คือบริเวณ medial cortex ในส่วน anterior และ dorsal ของ genu ของ corpus callosum ต่อเนื่องไปทางด้านหน้ากับบริเวณบางส่วนที่เหลือของ anterior cortex ผลการทดลองครั้งนี้มีข้อแตกต่างจากรายงานของ Leonard^(๑๒) และ Lindvall และคณะ^(๒๒) คือ ในการทดลองครั้งนี้ ไม่ปรากฏพบ HRP positive cell ใน nucleus mediodorsalis thalami ภายหลังจากฉีด HRP ลงไปในบริเวณด้านบนของ rhinal sulcus ซึ่งเป็นข้อบ่งชี้ว่า บริเวณดังกล่าวไม่อาจถือว่าเป็นส่วนของ prefrontal cortex ได้ สาเหตุของความแตกต่างของผลการทดลองนี้ไม่เป็นที่แจ้ง อย่่างไรก็ดี แม้ว่าการทดลองครั้งนี้ จะได้กระทำในหนูขาว แต่สัตว์ทดลองที่ใช้ไม่อาจบ่ง strain ได้ แม้ข้อนี้จะไม่น่าที่จะเป็นเหตุผลสำหรับความแตกต่างของผลการทดลองดังกล่าว แต่ก็น่าที่จะได้สังวรณไว้สำหรับศึกษาต่อไป

ในรูปที่ ๔๑ ได้แสดงเปรียบเทียบบริเวณ prefrontal cortex จากการทดลองครั้งนี้กับจากรายงาน Leonard^(๑๒) และ Lindvall กับคณะ^(๒๒)

มีหลักฐานจากการทดลองมากมายซึ่งแสดงว่า กลุ่มเซลล์ใน substantia nigra ส่วน zona compacta และกลุ่มเซลล์ใน ventro tectum area มีโคปิเอนอยู่ภายในเซลล์ และอาจใช้สารนี้เป็นสารสื่อประสาท^(๓) HRP positive cell ซึ่งพบบนในการทดลองของปัจจุบันนี้ ก็น่าจะเป็นกลุ่มที่จัดว่าเป็น dopamine cell ด้วย หลักฐานจากการทดลองโดยใช้ fluorescent histochemistry โดย Lindvall และคณะ^(๔) ได้ยืนยันสมมุติฐานข้อนี้ กล่าวคือ ได้พบว่า มีร่องรอยของใยประสาทที่มีโคปิเอนกำเนิดจากเซลล์ใน mid brain ส่วนที่กล่าวถึงอยู่ที่นี่ เดินทางไปสิ้นสุดในเปลือกสมองทั้งสามส่วนจริง เมื่อพิจารณาจุดตำแหน่งที่ปรากฏ และขนาดของเซลล์แล้ว ได้พบว่า

จากรายงานของ
Leonard และ
Lindvall กับคณะ



จากผลการทดลองครั้งนี้

รูปที่ ๔๑ แผนภูมิแสดงเปรียบเทียบบริเวณของ prefrontal ของสมองหนูขาว
จากผลการทดลองครั้งนี้ กับจากรายงานของ Leonard^(๑๒) และ Lindvall
กับคณะ^(๒๒)

HRP positive cell ใน zona compacta ของ substantia nigra ซึ่งอยู่ในส่วน ๑ ใน ๓ ทางด้าน ventral มีขนาด ๒๕-๓๕ μm เซลล์เหล่านี้มีตำแหน่ง และ ขนาดเปรียบเทียบกับ dopamine cell กลุ่ม A9 ตามรายงานของ Dahlstrom^(๔) และ HRP positive cell ที่ปรากฏกระจายอยู่ทั่วไปใน ventro tectum area มีขนาด ๒๐-๓๕ μm เมื่อเปรียบเทียบกับ Dahlstrom^(๔) ก็น่าจะเป็น dopamine cell กลุ่ม A10

สำหรับทางผ่านของวิถีประสาทจาก mid brain tectum ไปยังสมองส่วนหน้า จากหลักฐานทาง fluorescent histochemistry โดย Lindvall และคณะ^(๕) รายงานไว้ว่า วิถีประสาทดังกล่าวน่าจะแทรกมาใน medial forebrain bundle

ความสำคัญทางสรีรวิทยาของวิถีประสาทที่ศึกษาในการทดลองครั้งนี้ ยังไม่อาจที่จะสรุปได้แน่ชัด อย่างไรก็ตาม จากหลักฐานอื่นๆ ทั้งทางจิตเวชศาสตร์และเภสัชวิทยาของระบบประสาทได้บ่งชี้ว่า เป็ลือกสมองส่วนหน้ามีความสัมพันธ์กับความผิดปกติของอารมณ์ เมื่อทำงานผิดปกติก็อาจทำให้เกิดอาการวิกลจริตได้ นอกจากนี้ยาประเภท psychomotor stimulant เช่น amphetamine ในคนที่ได้รับขนาดนี้สูง ๆ จะทำให้เกิดอาการทางจิตคล้ายกับผู้ป่วยโรคจิต schizophrenia ได้ และในทางตรงกันข้าม ยาซึ่งใช้แก้อาการวิกลจริตซึ่งใช้กันในปัจจุบันนี้ เช่น phenothiazines มีกลไกการออกฤทธิ์เป็นที่ทราบกันทั่วไป คือ ไปต้านการแสดงฤทธิ์ของ dopamine ผลการทดลองครั้งนี้ อาจใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานทางด้านกายวิภาคสำหรับประกอบการศึกษาในขั้นต่อไป เพื่อที่จะได้ทราบบทบาททางสรีรวิทยาที่แท้จริงของวิถีประสาทนี้