

**มาตรฐานการเรียนรู้**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | * **มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น ม.4-6**   สำรวจ ตรวจสอบ อภิปราย และอธิบาย การรักษาดุลยภาพของร่างกายสัตว์  กลไกในการควบคุมดุลยภาพของร่างกายมนุษย์ และนำความรู้ไปใช้ในชีวิต และในการศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม (ว 1.1-1)   * **มาตรฐาน ว 1.1**   เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะ หาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเอง และดูแลสิ่งมีชีวิต |  |



**ผลการเรียนรู้**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | สืบค้นข้อมูล อภิปราย และอธิบาย โครงสร้างและหน้าที่ของสมองและไขสันหลัง |  |



**จุดประสงค์การเรียนรู้**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **1. ด้านความรู้:** นักเรียนสามารถ  1) สืบค้นข้อมูล อภิปราย และอธิบาย โครงสร้างและหน้าที่สำคัญของสมองส่วนต่าง ๆ  2) สืบค้นและอธิบาย ชนิดและหน้าที่ของเส้นประสาทสมอง  3) สืบค้น อภิปราย และอธิบาย โครงสร้างของไขสันหลัง  4) บอกชนิดและจำนวนของเส้นประสาทไขสันหลัง |  |



**คำแนะนำการใช้ชุดกิจกรรมสำหรับครู**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | ชุดกิจกรรมเล่มที่ 3 เรื่อง โครงสร้างของระบบประสาท จัดทำเพื่อเป็น การช่วยแบ่งเบาภาระการสอน และเป็นการพัฒนาการสอนของครู ครูควรปฏิบัติดังต่อไปนี้  1. ชุดกิจกรรมเล่มนี้ใช้ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง โครงสร้างของระบบประสาท รายวิชาชีววิทยา2 รหัสวิชา ว32242 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยให้นักเรียนศึกษาด้วยตนเองจากชุดกิจกรรมนี้  2. จัดเตรียมชุดกิจกรรมให้นักเรียนได้ใช้ศึกษาให้ครบถ้วนทุกคน และชี้แจงขั้นตอนวิธีเรียนด้วยตนเองให้นักเรียนเข้าใจ  3. ไม่ควรกำหนดเวลาตายตัว หรือจำกัดเวลาในการเรียนด้วยตนเองของนักเรียนอาจขึ้นอยู่กับความสามารถของนักเรียน แต่ครูควรกำกับเอาใจใส่สังเกตพฤติกรรมของนักเรียนแต่ละคน คอยให้คำปรึกษาแนะนำ  4. ควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ซักถามปัญหาหรือข้อสงสัยต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นระหว่างเรียน เพื่อสร้างความมั่นใจให้กับนักเรียนในการศึกษาบทเรียนมากขึ้น  5. เมื่อนักเรียนทุกคนศึกษาด้วยตนเองจากชุดกิจกรรมสำเร็จแล้ว ครูและนักเรียนอาจช่วยกันสรุป ครูอาจตั้งคำถามเพื่อถามนักเรียน เพื่อเป็นการทบทวนบทเรียนให้ผู้เรียนเข้าใจและมีความรู้มากยิ่งขึ้น |  |



**คำแนะนำการใช้ชุดกิจกรรมสำหรับนักเรียน**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | ชุดกิจกรรมเล่มที่ 3 เรื่อง โครงสร้างของระบบประสาท จัดทำเพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเอง และให้นักศึกษาปฏิบัติตามคำแนะนำดังนี้  1. ก่อนศึกษาชุดกิจกรรมนี้ ให้นักเรียนทำแบบประเมินตนเองก่อนเรียน และตรวจคำตอบจากเฉลย แล้วจึงศึกษาชุดกิจกรรมต่อไปจนจบ  2. นักเรียนจะต้องอ่านเนื้อเรื่องไปตามลำดับ โดยศึกษาบัตรเนื้อหาแต่ละบัตร และกิจกรรมที่ 1 จนถึงกิจกรรมสุดท้าย ห้ามศึกษาข้ามแต่ละกิจกรรม เพราะเนื้อหาจะไม่ต่อเนื่องกัน  3. ถ้ามีคำสั่งหรือคำถามอย่างไรต้องปฏิบัติตาม  4. บัตรเนื้อหาแต่ละบัตร จะมีลักษณะเป็นกรอบเนื้อหา ซึ่งจะมีคำถามให้นักเรียนตอบเพื่อตรวจสอบความเข้าใจในบัตรเนื้อหานั้น ซึ่งบางบัตรเนื้อหาอาจเขียนเพื่อให้ความรู้ที่จะเป็นแนวทางในการศึกษาหรือหาคำตอบในตอนถัดไป  5. เมื่อนักเรียนตอบคำถามแล้ว ให้ตรวจสอบกับคำเฉลย ซึ่งอยู่ในส่วนบนของกรอบและบัตรเนื้อหาถัดไป  6. โปรดซื่อสัตย์ต่อตนเอง อย่าเปิดคำเฉลยดูก่อนที่นักเรียนจะใช้  ความสามารถตอบคำถามด้วยตนเอง  7. ถ้าตอบถูกแสดงว่านักเรียนเข้าใจเนื้อหาในกรอบ หรือบัตรเนื้อหานั้นแล้ว ให้นักเรียนศึกษาเนื้อหาในกรอบ หรือบัตรเนื้อหาอื่นต่อไป แต่ถ้าตอบผิดนักเรียนจะต้องย้อนกลับไปศึกษาในกรอบเดิม หรือบัตรเนื้อหาอีกจนเข้าใจ  8. ก่อนจะศึกษาในกรอบ หรือบัตรเนื้อหาต่อไป นักเรียนจะต้องแน่ใจว่าเข้าใจเนื้อหาในกรอบ และบัตรเนื้อหานั้น และคำเฉลยที่ให้ไว้เป็นอย่างดี  9. เมื่อศึกษาชุดกิจกรรมด้วยตนเองจนครบทุกรายการแล้ว ให้นักเรียน ทำแบบประเมินตนเองหลังเรียน แล้วจึงตรวจสอบคำเฉลย |  |

**แบบทดสอบก่อนเรียน**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |
|  |  | **ชุดกิจกรรมที่ 3**  **เรื่อง โครงสร้างของระบบประสาท**  วิชา **ชีววิทยา2** รหัสวิชา **ว32242** ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 |  |  |
|  |  | **คำชี้แจง** ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด แล้วทำเครื่องหมาย 🞨 ลงในกระดาษคำตอบ |  |  |
|  |  | 1. **ข้อความใด ไม่ถูกต้อง เกี่ยวกับสมอง** 2. ส่วนสมองที่ทำหน้าที่เกี่ยวกับการดมกลิ่น คือ Olfactory bulb 3. Hypothalamus เป็นสถานีถ่ายทอดความรู้สึกและควบคุม   การเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อ   1. Medulla oblongata มีหน้าที่ควบคุมการหายใจและการเต้น   ของหัวใจ   1. เส้นประสาทสมองในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมมี 12 คู่ 2. **ขณะที่นักเรียนกำลังทำข้อสอบฉบับนี้ สมองส่วนที่กำลังทำหน้าที่ คือ**   ก. ซีรีบรัม ข. ซีรีเบลลัม  ค. ไฮโพทาลามัส ง. เมดัลลา ออบลองกาตา   1. **เส้นประสาทสมองและเส้นประสาทไขสันหลังของคนมีอย่างละกี่คู่**   ก. เส้นประสาทสมอง 12 คู่, เส้นประสาทไขสันหลัง 12 คู่  ข. เส้นประสาทสมอง 12 คู่, เส้นประสาทไขสันหลัง 31 คู่  ค. เส้นประสาทสมอง 31 คู่, เส้นประสาทไขสันหลัง 31 คู่  ง. เส้นประสาทสมอง 31 คู่, เส้นประสาทไขสันหลัง 12 คู่ |  |  |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | 1. **คนไข้รายหนึ่งถูกนำส่งโรงพยาบาลเนื่องจากไม่สามารถทรงตัวอยู่ได้**   **ท่านคิดว่าสมองส่วนใดเสียไป**  ก. ซีรีบรัม ข. ซีรีเบลลัม  ค. ทาลามัส ง. เมดัลลา ออบลองกาตา   1. **สัตว์ชนิดใดมีออปติกโลป (Optic lobe) ขนาดใหญ่ที่สุดเมื่อเทียบกับสมองส่วนอื่น ๆ**   ก. หนู ข. อึ่งอ่าง  ค. ปลาฉลาม ง. จระเข้   1. **สัตว์ที่ฉลาดมักจะมีลักษณะของสมองเป็นดังนี้ ยกเว้น ข้อใด**   ก. มีเซลล์ประสาทขนาดใหญ่  ข. มีเซลล์ประสาทจำนวนมาก  ค. มีพื้นที่ของเนื้อสีเทามาก  ง. มีมันสมองใหญ่เมื่อเทียบกับน้ำหนักตัว   1. **ก้านสมอง (Brain stem) ประกอบด้วย**   ก. สมองส่วนกลาง ข. พอนส์  ค. เมดัลลา ออบลองกาตา ง. ทั้ง ก, ข และ ค   1. **ลักษณะใดเป็นลักษณะของเนื้อสมองและเนื้อไขสันหลัง**   **กำหนดให้**   1. เนื้อด้านในสีขาว, เนื้อด้านนอกสีเทา 2. เนื้อด้านในสีขาว, เนื้อด้านนอกสีขาว 3. เนื้อด้านในสีเทา, เนื้อด้านนอกสีขาว 4. เนื้อด้านในสีเทา, เนื้อด้านนอกสีเทา   ก. 1) สมอง และ 2) ไขสันหลัง  ข. 1) สมอง และ 3) ไขสันหลัง  ค. 3) สมอง และ 4) ไขสันหลัง  ง. 2) สมอง และ 4) ไขสันหลัง |  |  |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | 1. **เส้นประสาทสมองของคนคู่ใดบ้างที่ทำหน้าที่ทั้งรับความรู้สึกและนำคำสั่ง**   ก. คู่ที่ 5 7 9 ข. คู่ที่ 2 3 4  ค. คู่ที่ 7 8 9 10 ง. คู่ที่ 3 4   1. **ส่วนที่เรียกว่า ดอร์ซัลฮอร์น (Dorsal Horn) พบที่บริเวณใดของไขสันหลัง**   ก. พบที่ปีกบนของเนื้อส่วนสีเทาของไขสันหลัง  ข. พบที่ปีกล่างของเนื้อส่วนสีเทาของไขสันหลัง  ค. พบที่ปีกบนของเนื้อส่วนสีขาวของไขสันหลัง  ง. พบที่ปีกล่างของเนื้อส่วนสีขาวของไขสันหลัง |  |  |

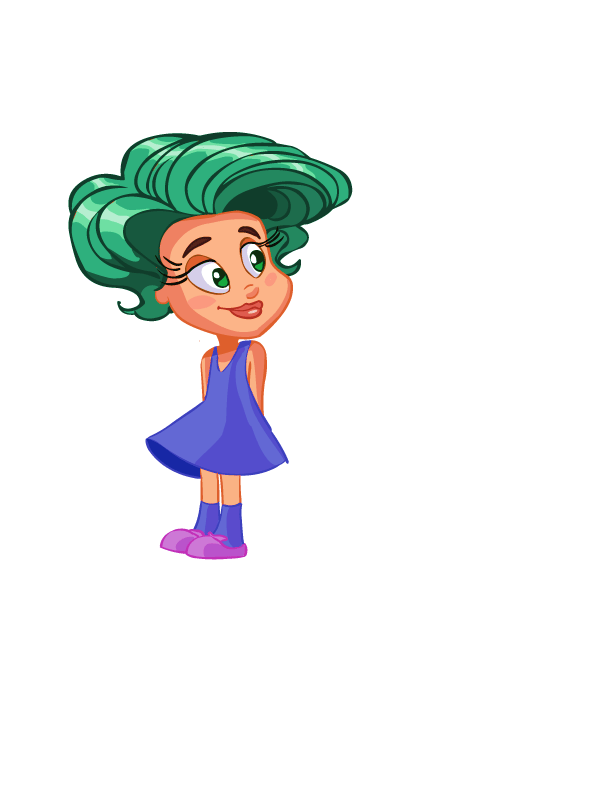
**บัตรเนื้อหาที่ 1**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | 1  1  **ศูนย์ควบคุมของระบบประสาท**  ศูนย์ควบคุมระบบประสาทของคน คือ **สมอง** และ **ไขสันหลัง** ซึ่งเปลี่ยนแปลงมาจากโครงสร้างเดียวกัน คือ หลอดประสาท (Neural tube) ซึ่งมีลักษณะเป็นหลอดยาวไปตามแนวสันหลังในระยะเอ็มบริโอ โดยส่วนหน้าพองออกเป็นสมอง ส่วนท้ายมีการเปลี่ยนแปลงไม่มากนักกลายเป็นไขสันหลัง สมองจะพัฒนาเป็นสามส่วน คือ **สมองส่วนหน้า ส่วนกลาง และส่วนท้าย** ทั้งสมองและ ไขสันหลังมีเยื่อหุ้มเชื่อมติดต่อกัน เยื่อหุ้มนี้ประกอบด้วยชั้นต่าง ๆ 3 ชั้น คือ ชั้นนอกสุดมีลักษณะหนา เหนียว และแข็งแรง ทำหน้าที่ป้องกันการกระทบกระเทือนแก่ส่วนที่เป็นเนื้อสมองและไขสันหลัง ชั้นกลางเป็นเยื่อบาง ๆ ชั้นในสุดเป็นชั้นที่มี เส้นเลือดมาหล่อเลี้ยงอยู่มาเพื่อนำอาหารและออกซิเจนมาเลี้ยงสมองและไขสันหลัง เยื่อหุ้มสมองชั้นในนี้แนบสนิทไปตามรอยโค้งเว้าของสมองและไขสันหลัง  C:\Users\nook\Pictures\image.jpg  **รูปที่ 1** แผนภาพแสดงสมอง ไขสันหลัง และเยื่อหุ้มสมอง  **ที่มา** http://www.myfirstbrain.com/student\_view.aspx?ID=74697 |  |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | 1  1  **ศูนย์ควบคุมของระบบประสาท**  ระหว่างเยื่อหุ้มสมองชั้นกลางกับชั้นในมีช่องค่อนข้างใหญ่เป็นที่อยู่ของ น้ำเลี้ยงสมองและไขสันหลัง (Cerebrospinal fluid) นอกจากนี้ยังพบน้ำเลี้ยงสมองและไขสันหลังในส่วนของช่องตามยาวภายในไขสันหลัง และช่องนี้ติดต่อกับ โพรงสมองด้วย น้ำเลี้ยงสมองและไขสันหลังมีหน้าที่หล่อเลี้ยงให้สมองและไขสันหลังเปียกชื้นเสมอ นำออกซิเจนและอาหารมาเลี้ยงเซลล์ประสาท และนำของเสียออกจากเซลล์ด้วย ถ้าขาดออกซิเจนเพียง 3-5 นาที เซลล์ประสาทในสมองจะตาย  C:\Users\nook\Desktop\9240.jpg  **รูปที่ 2** แผนภาพแสดงที่อยู่ของน้ำเลี้ยงสมองและไขสันหลัง  **ที่มา** http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/ency/imagepages/9240.htm |  |

**ส่วนไหนของร่างกาย** มีหน้าที่นำออกซิเจนและอาหารมาเลี้ยงเซลล์ประสาท

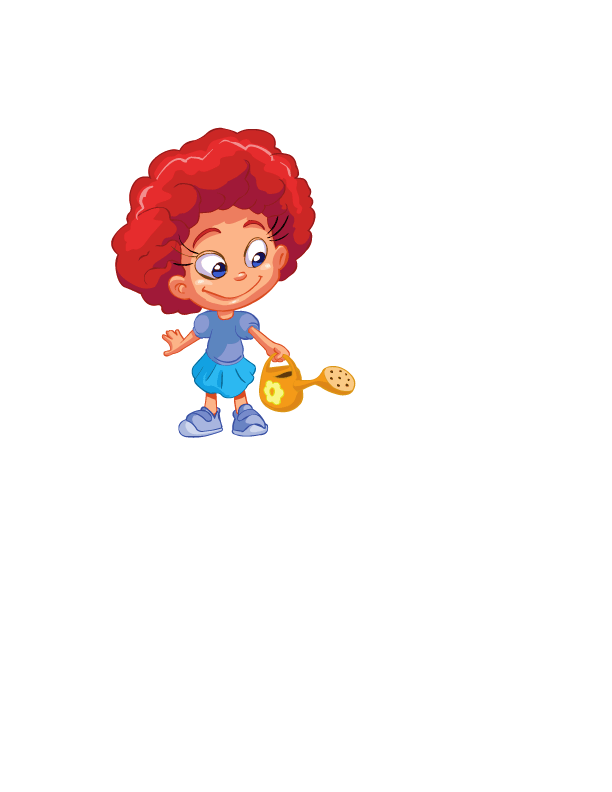
QUIZ



**น้ำเลี้ยงสมองและไขสันหลัง**

**(Cerebrospinal fluid)**

ANS



**บัตรเนื้อหาที่ 2**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | 1  1  **สมอง (Brain)**  สมองของคนจะมีน้ำหนักประมาณ 1.4 กิโลกรัม หรือ 3 ปอนด์ บรรจุอยู่ภายในกะโหลกศีรษะ ซึ่งจะป้องกันไม่ให้สมองได้รับการกระทบกระเทือนได้ง่าย **สมองเป็นอวัยวะของระบบประสาทที่ซับซ้อนที่สุด** สมองของคนและสัตว์มีกระดูกสันหลังชั้นสูงมีส่วนนอกเป็นเนื้อสีเทา ส่วนนี้จะมีตัวเซลล์ประสาทและแอกซอนที่ไม่มีเยื่อไมอีลิน แต่ส่วนในของสมองหลายแห่งมีเนื้อสีขาวเนื่องจากมีสารพวกไขมันมาก จึงเป็นสีขาว และมีใยประสาทที่มีเยื่อไมอีลิน  จากการศึกษาเปรียบเทียบระหว่างระบบประสาทของสัตว์มีกระดูกสันหลังต่าง ๆ ทำให้ทราบว่าทั้งสมองและไขสันหลังของสัตว์มีกระดูกสันหลัง มีพัฒนาการมาจากจุดเดียวกัน แต่จะมีความแตกต่างกันตรงพวกที่มีวิวัฒนาการสูงกว่าจะมีสมองทีมีการพัฒนาต่อไป ทำให้รูปร่างของสมองแตกต่างกันไปตามระดับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต |  |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | 1  1  **สมอง (Brain)**  **C:\Users\nook\Pictures\image2.jpg**  **รูปที่ 3** เปรียบเทียบพัฒนาการสมองส่วนต่าง ๆ ของสัตว์มีกระดูกสันหลังชนิดต่าง ๆ  **ที่มา** http://www.myfirstbrain.com/student\_view.aspx?ID=74698  พัฒนาการของสมองของสิ่งมีชีวิตจะเห็นว่า ในสัตว์ที่มีพัฒนาการดีจะมี การเพิ่มรอยหยักบนสมองอีกด้วย ในสัตว์ที่สมองมีรอยหยักมากจะมีความสามารถในการเรียนรู้สูง นอกจากนี้ยังเกี่ยวกับปัจจัยอื่นอีก เช่น อัตราส่วนระหว่างน้ำหนักสมองต่อตัว สัตว์ชนิดใดมีอัตราส่วนระหว่างน้ำหนักสมองต่อน้ำหนักตัวมากก็จะฉลาดเรียนรู้ได้ดี |  |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | 1  1  **สมอง (Brain)**  **สมองคนนับว่ามีพัฒนาการสูงที่สุด** โดยจะมีขนาดใหญ่ขึ้นเมื่อเทียบกับน้ำหนักตัว และมีการเพิ่มของรอยหยักบนสมองมากกว่าสัตว์อื่น ๆ คนจึงมีความสามารถเรียนรู้ได้สูงกว่าสัตว์อื่น ๆ สมองของคนแบ่งออกเป็นหลายส่วน แต่ละส่วนมีการควบคุมการทำงานของร่างกายแตกต่างกันไป ซึ่งประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ    **รูปที่ 4** แผนภาพแสดงส่วนต่าง ๆ  ก. ด้านข้าง, ข. ด้านหลัง, ค. มองจากด้านใต้, ง. ตัดตามยาว  **ที่มา** http://www.myfirstbrain.com/student\_view.aspx?ID=74698 |  |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | 1  1  **สมอง (Brain)** |  |
|  | **1. เซรีบรัม (Cerebrum)** |  |
|  | **เซรีบรัม (Cerebrum)** เป็นสมองส่วนที่มีขนาดใหญ่ พัฒนามาจากสมองส่วนหน้า จะมีผิวด้านนอกเป็นเนื้อสีเทา ส่วนเนื้อสีขาวอยู่ด้านใน ที่บริเวณผิวด้านนอกมีรอยหยักเป็นร่องมากมายทำให้สมองมีพื้นที่เพิ่มขึ้น  จากการศึกษาของนักวิทยาศาสตร์พบว่า การมีรอยหยักที่บริเวณผิวด้านนอกของสมองคนนับว่า เป็นลักษณะที่พัฒนาการมากที่สุด เซรีบรัมทำหน้าที่เกี่ยวกับความจำ เชาวน์ปัญญา นอกจากนี้ยังทำหน้าที่เป็นศูนย์กลางควบคุมการทำงานของส่วนต่าง ๆ ของร่างกายบางส่วน เช่น ศูนย์กลางการมองเห็น การรับรส การได้ยิน และการดมกลิ่น ศูนย์ควบคุมการทำงานของกล้ามเนื้อ ศูนย์ควบคุมการรับสัมผัส ต่าง ๆ ศูนย์ควบคุมการพูดและการรับรู้ภาษา    **รูปที่ 5** แผนภาพแสดงสมองส่วนของเซรีบรัม ทาลามัส และไฮโพทาลามัส  **ที่มา** http://www.myfirstbrain.com/student\_view.aspx?ID=33444 |  |

ตำแหน่งของเส้นประสาท

อยู่ส่วนไหนใน **สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง**

QUIZ



เส้นประสาทจะอยู่ทางด้านท้องตลอดลำตัว

ที่เรียกว่า **Ventral nerve cord**

ANS

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | 1  1  **สมอง (Brain)** |  |
|  | **2. ออลแฟกทอรีบัลบ์ (Olfactory bulb)** |  |
|  | **ออลแฟกทอรีบัลบ์ (Olfactory bulb)** สมองส่วนนี้อยู่ทางด้านหน้าสุด ทำหน้าที่เกี่ยวกับการดมกลิ่น สมองคนส่วนนี้ไม่เจริญเหมือนในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมชนิดอื่น ๆ ในสุนัขสมองส่วนนี้จะโตมาก จึงทำหน้าที่เกี่ยวกับการดมกลิ่นได้ดี    **รูปที่ 6** แผนภาพแสดงสมองส่วนของออลแฟกทอรีบัลบ์  **ที่มา** http://pixgood.com/olfactory-bulb-human.html |  |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | 1  1  **สมอง (Brain)** |  |
|  | **3. ไฮโพทาลามัส (Hypothalamus)** |  |
|  | **ไฮโพทาลามัส (Hypothalamus)** เป็นส่วนที่อยู่ทางด้านล่างของสมอง ส่วนหน้า ที่ยื่นมาติดต่อกับต่อมใต้สมอง (Pituitary gland) เซลล์ประสาทของสมองบริเวณนี้ส่วนมากทำหน้าที่สร้างฮอร์โมนประสาทหลายชนิดซึ่งควบคุมการสร้างฮอร์โมนของต่อมใต้สมอง ไฮโพทาลามัสมีหน้าที่เป็นศูนย์ควบคุมอุณหภูมิของร่างกาย การนอนหลับ การเต้นของหัวใจ ความดันเลือด ความหิว ความอิ่ม ฯลฯ นอกจากนี้ยังมีหน้าที่เป็นศูนย์ควบคุมอารมณ์และความรู้สึกต่าง ๆ เช่น โศกเศร้า ดีใจ ความรู้สึกทางเพศ เป็นต้น    **รูปที่ 7** แผนภาพแสดงสมองส่วนของออลแฟกทอรีบัลบ์  **ที่มา** http://brainmadesimple.com/hypothalamus.html |  |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | 1  1  **สมอง (Brain)** |  |
|  | **4. ทาลามัส (Thalamus)** |  |
|  | ทาลามัส (Thalamus) อยู่เหนือไฮโพทาลามัส ทำหน้าที่เป็นศูนย์กลางรวมกระแสประสาทที่ผ่านเข้ามา แล้วแยกกระแสประสาทส่งต่อไปยังสมองส่วนที่เกี่ยวข้องกับกระแสประสาทนั้น ๆ |  |
|  | **รูปที่ 8** แผนภาพแสดงสมองส่วนของออลแฟกทอรีบัลบ์  **ที่มา** http://brainmadesimple.com/thalamus.html |  |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | 1  1  **สมอง (Brain)** |  |
|  | **5. สมองส่วนกลาง (Midbrain)** |  |
|  | **สมองส่วนกลาง (Midbrain)** มีหน้าที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมการ  เคลื่อนไหวของนัยน์ตา ทำให้ลูกตากลอกไปมาได้ และควบคุมการปิดเปิดของม่านตาในเวลาที่มีแสงสว่างเข้ามามากหรือน้อย    **รูปที่ 9** แผนภาพแสดงสมองส่วนของออลแฟกทอรีบัลบ์  **ที่มา** http://www.myfirstbrain.com/student\_view.aspx?ID=37745 |  |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | 1  1  **สมอง (Brain)** |  |
|  | **6. พอนส์ (pons)** |  |
|  | **พอนส์ (pons)** อยู่ทางด้านหน้าของเซรีเบลลัมติดต่อกับสมองส่วนกลาง ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานบางอย่าง เช่น การเคี้ยว การหลั่งน้ำลาย การเคลื่อนไหวบริเวณใบหน้า นอกจากนี้ยังควบคุมการหายใจและยังเป็นทางผ่านของกระแสประสาทระหว่างเซรีเบลลัม และระหว่างเซรีเบลลัมกับไขสันหลัง    **รูปที่ 10** แผนภาพแสดงสมองส่วนของออลแฟกทอรีบัลบ์  **ที่มา** http://brainmadesimple.com/pons.html |  |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | 1  1  **สมอง (Brain)** |  |
|  | **7. เซรีเบลลัม (Cerebellum)** |  |
|  | เซรีเบลลัม (Cerebellum) เป็นสมองส่วนท้ายทำหน้าที่เป็นศูนย์ประสานการเคลื่อนไหวของร่างกายให้เป็นไปอย่างราบรื่น สละสลวย และเที่ยงตรง สามารถทำงานที่ต้องการความละเอียดอ่อนได้ และควบคุมการทรงตัวของร่างกาย    **รูปที่ 11** แผนภาพแสดงสมองส่วนของออลแฟกทอรีบัลบ์  **ที่มา** http://brainmadesimple.com/cerebellum.html |  |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | 1  1  **สมอง (Brain)** |  |
|  | **8. เมดัลลา ออบลองกาตา (Medulla oblongata)** |  |
|  | **เมดัลลาออบลองกาตา (Medulla oblongata)** เป็นสมองส่วนท้ายสุดซึ่งตอนปลายอยู่ติดต่อกับไขสันหลัง เป็นทางผ่านของกระแสประสาทระหว่างสมองกับไขสันหลัง ในเมดัลลาออบลองกาตา จะมีกลุ่มของตัวเซลล์ประสาทรวมกลุ่มกันอยู่ทำหน้าที่ควบคุมการเต้นของหัวใจ การหายใจ และความดันเลือด และเป็นศูนย์ควบคุม การกลืน การไอ การจาม การสะอึกและการอาเจียน    **รูปที่ 12** แผนภาพแสดงสมองส่วนของออลแฟกทอรีบัลบ์  **ที่มา** http://brainmadesimple.com/medulla-oblongata.html |  |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | 1  1  **สมอง (Brain)**  สมองส่วนกลาง พอนส์ และเมดัลลาออบลองกาตา สมองทั้ง 3 ส่วนนี้รวมเรียกว่า **ก้านสมอง (brain stem)** ส่วนในของก้านสมองจะมีกลุ่มเซลล์ประสาทและใยประสาทเชื่อมโยงระหว่างเมดัลลาออบลองกาตากับทาลามัส ทำหน้าที่เป็นศูนย์ควบคุมการนอนหลับ ความรู้สึกตื่นตัว หรือความมีสติสัมปชัญญะ ควบคุม การหายใจ ความดันเลือด ควบคุมอุณหภูมิ และการหลั่งน้ำย่อย  เส้นประสาทที่ติดต่อกับสมองเรียกว่า **เส้นประสาทสมอง (cranial nerve)** เส้นประสาทสมองของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม นก และสัตว์เลื้อยคลาน มีจำนวน 12 คู่ แต่พวกปลาและสัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำมีอยู่เพียง 10 คู่ เส้นประสาทอาจเป็นเส้นประสาทรับความรู้สึก เส้นประสาทสั่งการ อย่างใดอย่างหนึ่งหรืออาจเป็นเส้นประสาทผสมซึ่งทำหน้าที่รับความรู้สึกและสั่งการในเส้นเดียวกัน  **8-22**  **รูปที่ 13** แผนภาพแสดงสมองของคน แสดงตำแหน่งและหน้าที่ของเส้นประสาทที่ออกจากด้านล่างสมอง และส่วนต้นของไขสันหลัง พร้อมทั้งอวัยวะที่ติดต่อกับเส้นประสาทเหล่านี้ |  |
|  | 1  1  **สมอง (Brain)**  สมองเป็นอวัยวะสำคัญทำหน้าที่เป็นศูนย์ควบคุมการทำงานของร่างกาย สารเคมีบางอย่างมีผลต่อการทำลายสมอง เช่น การดื่มเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์จะมีผลต่อการทำงานของระบบประสาทส่วนกลาง โดยจะไปทำให้เกิดอาการง่วงนอน หรือควบคุมอารมณ์ไม่ได้ และยังไปมีผลต่อการทำงานของเซรีเบลลัมทำให้การทรงตัวเสียสมดุล ถ้าดื่มสุราปริมาณมากเป็นประจำทุกวัน จะมีผลทำให้เซลล์ประสาทในสมองตาย จำนวนเซลล์ประสาทในสมองลดลงจนเป็นโรคสมองฝ่อ  ความพิการของสมองในเด็กมีสาเหตุหลายประการ แต่สาเหตุที่สำคัญประการหนึ่งมาจากสารตะกั่วที่ปะปนอยู่ในอากาศ น้ำ และอาหาร เมื่อร่างกายรับสารตะกั่วเข้าไปมาก ๆ จะมีผลทำให้เซลล์ประสาทในสมองถูกทำลาย ซึ่งเป็นสาเหตุให้สติปัญญาเสื่อมหรือปัญญาอ่อน |  |

**บัตรเนื้อหาที่ 3**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | 1  1  **ไขสันหลัง (Spinal cord)**  ไขสันหลังเป็นส่วนต่อจากสมอง อยู่ภายในกระดูกสันหลัง ตั้งแต่กระดูกสันหลังข้อแรกถึงกระดูกบั้นเอวข้อที่ 2 ส่วนปลายไขสันหลังจะเรียวเล็กลงมีเพียงส่วนของเยื่อหุ้มไขสันหลัง ดังนั้น การเจาะเอาน้ำเลี้ยงสมองหรือไขสันหลังหรือฉีดยาเข้าไขสันหลัง แพทย์จึงนิยมฉีดเข้าบริเวณต่ำกว่ากระดูกบั้นเอวข้อที่ 2 ลงไป เพราะตั้งแต่กระดูกบั้นเอวข้อที่ 2 เป็นต้นไปไม่มีไขสันหลัง ดังนั้น โอกาสที่จะทำอันตรายแก่ไขสันหลังจึงมีน้อยกว่าบริเวณอื่น  *8-21*  **รูปที่ 14** แผนภาพแสดงไขสันหลังและเส้นประสาทไขสันหลัง |  |
|  | 1  1  **ไขสันหลัง (Spinal cord)**  ถ้าตัดตามขาวง จะเห็นเนื้อสีทาอยู่ทางด้านใน บริเวณนี้มีตัวเซลล์ประสาทจำนวนมาก ตรงกลางของไขสันหลังภายในส่วนของเนื้อสีเทาจะเป็นช่อง ภายในมีน้ำเลี้ยงสมองและไขสันหลังบรรจุอยู่ด้วย ส่วนบริเวณที่อยู่ด้านนอกเป็นเนื้อสีขาว เป็นบริเวณที่มีใยประสาทที่มีเยื่อไมอีลินหุ้ม  C:\Users\nook\Pictures\image8.jpg  **รูปที่ 15** แสดงภาพไขสันหลังตัดตามขวางและเส้นประสาทไขสันหลัง  ไขสันหลังส่วนที่เป็นเนื้อสีเทาซึ่งมีรูปร่างคล้ายปีกผีเสื้อนั้น ส่วนสีเทาที่เป็นมุมปีกผีเสื้อด้านบนเรียกว่า ดอร์ซัลฮอร์น (dorsal horn) ด้านล่างเรียกว่า เวนทรัลฮอร์น (ventral horn) จากไขสันหลังมีเส้นประสาทแยกออกมาเรียกว่า **เส้นประสาทไขสันหลัง (spinal nerve)** ตรงโคนของเส้นประสาทไขสันหลังตอนที่ติดกับไขสันหลังนี้จะแยกเป็น รากบน (dorsal root) ต่ออยู่กับดอร์ซัลฮอร์นของ ไขสันหลัง และรากล่าง (ventral root) ต่ออยู่กับเวนทัลฮอร์น  กระแสประสาทจากหน่วยรับความรู้สึกเข้าสู่ไขสันหลัง และกระแสประสาทสั่งการออกจากไขสันหลัง โดยผ่านเส้นประสาทไขสันหลัง ดังนั้น เส้นประสาทไขสันหลังแต่ละเส้นจึงประกอบด้วยเส้นใยประสาทเล็ก ๆ ที่เป็นทั้งเส้นใยประสาทสั่งการ และเส้นใยประสาทรับความรู้สึก เส้นประสาทไขสันหลังทุกเส้นจึงเป็น  เส้นประสาทผสม |  |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | 1  1  **ไขสันหลัง (Spinal cord)**  เราจะศึกษาการส่งกระแสประสาทจากหน่วยรับความรู้สึกที่มาตามเส้นประสาทไขสันหลังเข้าสู่ไขสันหลังได้จากการทดลองต่อไปนี้  หลังจากที่กบได้ถูกทำลายสมองแล้ว เมื่อเอาเข็มแทงที่ขาหลัง ปรากฏว่า กบจะตอบรับสิ่งเร้าโดยการหดขานั้นหนี ถ้าตัดรากล่างของเส้นประสาทไขสันหลัง (ดังภาพ ข.) และแทงขาหลังนั้นใหม่ ปรากฏว่ากบไม่หดขาหนีเหมือนครั้งแรก แม้ว่าจะใช้เข็มจี้บริเวณอื่น ๆ ของขากบข้างเดิมก็จะไม่มีการตอบรับ ถ้าเอาเข็มเขี่ยตรงปลายเส้นประสาทไขสันหลังที่จุด 2 ปรากฏว่า กบกระตุกขาหลังนั้นได้ ถ้าตัดรากบนของเส้นประสาทไขสันหลังแทนรากล่าง ดังภาพ ค. แล้วเอาเข็มแทงที่ขาหลัง กบจะไม่แสดงอาการตอบรับ แต่ถ้าเอาเข็มแทงที่จุดที่ 3 ขาหลังนั้นกระตุกได้    **รูปที่ 16** แผนภาพแสดงการทดลองการส่งกระแสประสาทของเส้นประสาทไขสันหลังของกบ  (ก) เส้นประสาทไขสันหลังที่ไปยังขากบ  (ข) ตัดรากล่างของเส้นประสาทไขสันหลังระหว่างจุดที่ 1 กับ 2  (ค) ตัดรากล่างของเส้นประสาทไขสันหลังระหว่างจุด 3 กับ 4  จากการทดลองเราสามารถสรุปได้ว่า กระแสประสาทจากโครงสร้างต่างๆ ที่ทำหน้าที่รับแรงกระตุ้นจากสิ่งเร้า ซึ่งเรียกว่า **หน่วยรับความรู้สึก (receptor)** จะเข้าสู่ไขสันหลังทางรากบนและออกทางรากล่างไปยังหน่วยปฏิบัติงาน (effector) ทำให้กล้ามเนื้อหดตัวและต่อมต่าง ๆ จะขับสารออกมา |  |
|  |  |  |
|  | 1  1  **ไขสันหลัง (Spinal cord)**  นักวิทยาศาสตร์ได้ศึกษาโครงสร้างของไขสันหลังและเส้นประสาทไขสันหลัง พบว่า ในรากบนมีปมประสาทรากบน (dorsal root ganglion) ในปมประสาทมีตัวเซลล์ประสาทรับความรู้สึก ซึ่งมีเดนไดร์ทอยู่ในเส้นประสาทไขสันหลังและแอกซอนอยู่ในรากบนยื่นเข้าไปในไขสันหลัง เซลล์ประสาทรับความรู้สึกนี้ ทำหน้าที่รับกระแสประสาทจากหน่วยรับความรู้สึก ส่วนรากล่างนั้นประกอบด้วยแอกซอนของเซลล์ประสาทสั่งการ ซึ่งมีตัวเซลล์อยู่ในเนื้อสีเทาบริเวณเวนทรัลฮอร์นของไขสันหลัง ทำหน้าที่นำกระแสประสาทไปยังหน่วยปฏิบัติงาน  ในไขสันหลังยังมีเซลล์ประสาทอีกชนิดหนึ่งเรียกว่า เซลล์ประสาทประสานงาน ทำหน้าที่ส่งผ่านกระแสประสาทระหว่างเซลล์ประสาทรับความรู้สึกและเซลล์ประสาทสั่งการ ซึ่งอาจเป็นเซลล์ที่อยู่ภายในไขสันหลังด้วยกัน หรือภายในสมองก็ได้  จำนวนของเส้นประสาทไขสันหลังซึ่งอยู่ต่อจากไขสันหลังในสัตว์ต่างชนิดกันมีจำนวนไม่เท่ากัน เช่น ในคนมีถึง 31 คู่ แต่ในกบมีเพียง 9 คู่ นอกจากนี้  เส้นประสาทไขสันหลังแต่ละเส้นยังมีความสั้นยาวแตกต่างกันมาก บางเส้นอาจยาวได้หลายฟุต ทั้งนี้แล้วแต่ว่าจะอยู่ที่ส่วนไหนของร่างกาย เช่น เส้นประสาทไขสันหลังที่ไปแขนและขาจะมีความยาวมากกว่าเส้นประสาทที่ไปยังลำตัว  เซลล์ประสาทไขสันหลังอาจถูกทำลายได้ด้วยโรคบางชนิด เช่น โรคโปลิโอ โรคไขสันหลังอักเสบ และโรคอื่น ๆ อีกหลายชนิด นอกจากนี้ในน้ำเลี้ยงสมองและ ไขสันหลังอาจติดเชื้อจากแบคทีเรีย หรือไขสันหลังอาจได้รับการกระทบกระเทือนจากอุบัติเหตุ สาเหตุดังกล่าวอาจทำให้เซลล์ประสาทสั่งการในไขสันหลังและเซลล์ประสาทศูนย์ควบคุมการเคลื่อนไหวในสมองบางส่วนถูกทำลาย ทำให้กล้ามเนื้อทำงานไม่ได้จึงเป็นผลทำให้กล้ามเนื้อลีบ เนื่องจากกระแสประสาทไม่สามารถเคลื่อนที่ไปยังกล้ามเนื้อได้ แต่ความพิการนี้จะมีมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับว่าส่วนใดของไขสันหลังถูกทำลายมากน้อยเพียงใด ดังนั้น จึงควรป้องกันโรคที่มีผลต่อการทำลายไขสันหลังตั้งแต่แรกเกิด เช่น โรคปอลิโอ โดยให้วัคซีนตั้งแต่เด็กอายุ 2 เดือนขึ้นไป เป็นต้น |  |
|  |  |  |

**แบบทดสอบหลังเรียน**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |
|  |  | **ชุดกิจกรรมที่ 3**  **เรื่อง โครงสร้างของระบบประสาท**  วิชา **ชีววิทยา2** รหัสวิชา **ว32242** ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 |  |  |
|  |  | **คำชี้แจง** ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด แล้วทำเครื่องหมาย 🞨 ลงในกระดาษคำตอบ |  |  |
|  |  | 1. **ขณะที่นักเรียนกำลังทำข้อสอบฉบับนี้ สมองส่วนที่กำลังทำหน้าที่ คือ**   ก. ซีรีบรัม ข. ซีรีเบลลัม  ค. ไฮโพทาลามัส ง. เมดัลลา ออบลองกาตา   1. **ข้อความใด ไม่ถูกต้อง เกี่ยวกับสมอง** 2. ส่วนสมองที่ทำหน้าที่เกี่ยวกับการดมกลิ่นคือ Olfactory bulb 3. Hypothalamus เป็นสถานีถ่ายทอดความรู้สึกและควบคุม   การเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อ   1. Medulla oblongata มีหน้าที่ควบคุมการหายใจและการเต้น   ของหัวใจ   1. เส้นประสาทสมองในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมมี 12 คู่ 2. **คนไข้รายหนึ่งถูกนำส่งโรงพยาบาลเนื่องจากไม่สามารถทรงตัวอยู่ได้**   **ท่านคิดว่าสมองส่วนใดเสียไป**  ก. ซีรีบรัม ข. ซีรีเบลลัม  ค. ทาลามัส ง. เมดัลลา ออบลองกาตา   1. **ก้านสมอง (Brain stem) ประกอบด้วย**   ก. สมองส่วนกลาง ข. พอนส์  ค. เมดัลลา ออบลองกาตา ง. ทั้ง ก, ข และ ค |  |  |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | 1. **สัตว์ชนิดใดมีออปติกโลป (Optic lobe) ขนาดใหญ่ที่สุดเมื่อเทียบกับสมองส่วนอื่น ๆ**   ก. หนู ข. อึ่งอ่าง  ค. ปลาฉลาม ง. จระเข้   1. **เส้นประสาทสมองและเส้นประสาทไขสันหลังของคนมีอย่างละกี่คู่**   ก. เส้นประสาทสมอง 12 คู่, เส้นประสาทไขสันหลัง 12 คู่  ข. เส้นประสาทสมอง 12 คู่, เส้นประสาทไขสันหลัง 31 คู่  ค. เส้นประสาทสมอง 31 คู่, เส้นประสาทไขสันหลัง 31 คู่  ง. เส้นประสาทสมอง 31 คู่, เส้นประสาทไขสันหลัง 12 คู่   1. **สัตว์ที่ฉลาดมักจะมีลักษณะของสมองเป็นดังนี้ ยกเว้น ข้อใด**   ก. มีเซลล์ประสาทขนาดใหญ่  ข. มีเซลล์ประสาทจำนวนมาก  ค. มีพื้นที่ของเนื้อสีเทามาก  ง. มีมันสมองใหญ่เมื่อเทียบกับน้ำหนักตัว   1. **ส่วนที่เรียกว่า ดอร์ซัลฮอร์น (Dorsal Horn) พบที่บริเวณใดของไขสันหลัง**   ก. พบที่ปีกบนของเนื้อส่วนสีเทาของไขสันหลัง  ข. พบที่ปีกล่างของเนื้อส่วนสีเทาของไขสันหลัง  ค. พบที่ปีกบนของเนื้อส่วนสีขาวของไขสันหลัง  ง. พบที่ปีกล่างของเนื้อส่วนสีขาวของไขสันหลัง |  |  |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | 1. **เส้นประสาทสมองของคนคู่ใดบ้างที่ทำหน้าที่ทั้งรับความรู้สึกและนำคำสั่ง**   ก. คู่ที่ 5 7 9 ข. คู่ที่ 2 3 4  ค. คู่ที่ 7 8 9 10 ง. คู่ที่ 3 4   1. **ลักษณะใดเป็นลักษณะของเนื้อสมองและเนื้อไขสันหลัง**   **กำหนดให้**   1. เนื้อด้านในสีขาว, เนื้อด้านนอกสีเทา 2. เนื้อด้านในสีขาว, เนื้อด้านนอกสีขาว 3. เนื้อด้านในสีเทา, เนื้อด้านนอกสีขาว 4. เนื้อด้านในสีเทา, เนื้อด้านนอกสีเทา   ก. 1) สมอง และ 2) ไขสันหลัง  ข. 1) สมอง และ 3) ไขสันหลัง  ค. 3) สมอง และ 4) ไขสันหลัง  ง. 2) สมอง และ 4) ไขสันหลัง |  |  |

**กิจกรรมที่ 1**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  |  |

**กระดาษคำตอบ**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |
|  |  | **ชุดกิจกรรมที่ 3**  **เรื่อง โครงสร้างของระบบประสาท**  วิชา **ชีววิทยา2** รหัสวิชา **ว32242** ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 |  |  |
|  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | **ข้อที่** | **ก่อนเรียน** | | | | **ข้อที่** | **หลังเรียน** | | | | | ก | ข | ค | ง | ก | ข | ค | ง | | 1 |  |  |  |  | 1 |  |  |  |  | | 2 |  |  |  |  | 2 |  |  |  |  | | 3 |  |  |  |  | 3 |  |  |  |  | | 4 |  |  |  |  | 4 |  |  |  |  | | 5 |  |  |  |  | 5 |  |  |  |  | | 6 |  |  |  |  | 6 |  |  |  |  | | 7 |  |  |  |  | 7 |  |  |  |  | | 8 |  |  |  |  | 8 |  |  |  |  | | 9 |  |  |  |  | 9 |  |  |  |  | | 10 |  |  |  |  | 10 |  |  |  |  | | **ผลการประเมิน** | | | | | **ผลการประเมิน** | | | | | | คะแนนเต็ม | | | 10 | | คะแนนเต็ม | | | 10 | | | คะแนนที่ได้รับ | | |  | | คะแนนที่ได้รับ | | |  | | | | |  |
|  |  |
|  |  | | |  |

**เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |
|  |  | **ชุดกิจกรรมที่ 3**  **เรื่อง โครงสร้างของระบบประสาท**  วิชา **ชีววิทยา2** รหัสวิชา **ว32242** ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 |  |  |
|  | |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | | **ข้อที่** | **คำตอบ** | | | | | **ก** | **ข** | **ค** | **ง** | | **1** |  | 🗴 |  |  | | **2** | 🗴 |  |  |  | | **3** |  | 🗴 |  |  | | **4** |  | 🗴 |  |  | | **5** |  |  | 🗴 |  | | **6** | 🗴 |  |  |  | | **7** |  |  |  | 🗴 | | **8** |  | 🗴 |  |  | | **9** | 🗴 |  |  |  | | **10** | 🗴 |  |  |  | | | |  |
|  |  |
|  |  | | |  |

**เฉลยกิจกรรมที่ 1**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  |  |

**เฉลยแบบทดสอบหลังเรียน**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |
|  |  | **ชุดกิจกรรมที่ 3**  **เรื่อง โครงสร้างของระบบประสาท**  วิชา **ชีววิทยา2** รหัสวิชา **ว32242** ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 |  |  |
|  | |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | | **ข้อที่** | **คำตอบ** | | | | | **ก** | **ข** | **ค** | **ง** | | **1** | 🗴 |  |  |  | | **2** |  | 🗴 |  |  | | **3** |  | 🗴 |  |  | | **4** |  |  |  | 🗴 | | **5** |  |  | 🗴 |  | | **6** |  | 🗴 |  |  | | **7** | 🗴 |  |  |  | | **8** | 🗴 |  |  |  | | **9** | 🗴 |  |  |  | | **10** |  | 🗴 |  |  | | | |  |
|  |  |
|  |  | | |  |



**บรรณานุกรม**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | ประพันธ์ พนธารา. **New สรุปเข้มชีววิทยาพื้นฐานและเพิ่มเติม ม.5.** กรุงเทพฯ :  แม็ค, 2552.  ประสงค์ หลำสะอาด และจิตเกษม หลำสะอาด. **คัมภีร์ชีววิทยา ม.4-5-6**  **Entrance A-NET ฉบับสมบูรณ์**. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ พ.ศ.พัฒนา  จำกัด, มปท.  พจน์ แสงมณี และขวัญสุดา ประวะภูโต. **Compact ชีววิทยา ม.5 เล่ม 3.**  กรุงเทพฯ : แม็ค, 2552.  สถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. **หนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม**  **ชีววิทยา เล่ม 2 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่**  **4 – 6 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551.**  พิมพ์ครั้งที่ 2.กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ สกสค. ลาดพร้าว, 2554.  สถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. **หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐาน**  **และเพิ่มเติม ชีววิทยา เล่ม 2 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.** พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ สกสค.  ลาดพร้าว, 2549.  สมาน แก้วไวยุทธ. **100 จุดเน้นชีววิทยา ม.4-5-6.** กรุงเทพฯ : ไฮเอ็ดพับลิชชิ่ง,  2551.  ระบบประสาทและอวัยวะรับสัมผัส, [ออนไลน์]. Available:  http://www.myfirstbrain.com/student\_view.aspx?ID=74685.  [วันที่เข้าถึง 30 กันยายน 2557]. |  |



**บรรณานุกรม ต่อ**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Vector Graphics by VectorOpenStock.com, [ออนไลน์]. Available:  https://www.vectoropenstock.com/  [วันที่เข้าถึง 5 สิงหาคม 2557].  Designed by Freepik.com, [ออนไลน์]. Available: http://www.freepik.com/  [วันที่เข้าถึง 8 สิงหาคม 2557].  This work is licensed under a Creative Commons Attribution 3.0 United States License, [ออนไลน์]. Available: https://creativecommons.org  [วันที่เข้าถึง 10 สิงหาคม 2557]. |  |