

**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 มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเอง และดูแลสิ่งมีชีวิต |  |



**ผลการเรียนรู้**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | สืบค้นข้อมูล สำรวจตรวจสอบ อธิบาย และจำแนก ส่วนประกอบและหน้าที่ของเซลล์ประสาทพร้อมทั้งสรุปการเกิดกระแสประสาท |  |



**จุดประสงค์การเรียนรู้**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **1. ด้านความรู้:** นักเรียนสามารถ  1) สืบค้น อภิปราย และอธิบาย โครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์ประสาท  2) จำแนกเซลล์ประสาทตามโครงสร้างและหน้าที่ พร้อมยกตัวอย่าง  3) สืบค้น อภิปราย และอธิบาย การเกิดและการเคลื่อนที่ของ  กระแสประสาท  4) สืบค้น อภิปราย และอธิบาย ถึงปัจจัยที่มีผลต่อการเคลื่อนที่ของกระแสประสาทและการถ่ายทอดกระแสประสาทระหว่างเซลล์ประสาท |  |



**คำแนะนำการใช้ชุดกิจกรรมสำหรับครู**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | ชุดกิจกรรมเล่มที่ 2 เรื่อง เซลล์ประสาทและการทำงานของเซลล์ประสาทจัดทำเพื่อเป็นการช่วยแบ่งเบาภาระการสอน และเป็นการพัฒนาการสอนของครู ครูควรปฏิบัติดังต่อไปนี้  1. ชุดกิจกรรมเล่มนี้ใช้ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง  เซลล์ประสาทและการทำงานของเซลล์ประสาท 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 2 เรื่อง เซลล์ประสาทและการทำงานของเซลล์ประสาทจัดทำเพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเอง 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 2**  **เรื่อง เซลล์ประสาทและการทำงานของเซลล์ประสาท**  วิชา **ชีววิทยา2** รหัสวิชา **ว32242** ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 |  |  |
|  |  | **คำชี้แจง** ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด แล้วทำเครื่องหมาย 🞨 ลงในกระดาษคำตอบ |  |  |
|  |  | scan-80015   1. **จากภาพเซลล์ประสาทดังกล่าว ข้อใดต่อไปนี้ ไม่ถูกต้อง**   ก. หมายเลข 1 คือ Dendrite  ข. หมายเลข 3 คือ Myelin sheath  ค. หมายเลข 6 คือ Axon  ง. หมายเลข 4 คือ Cell body   1. **ข้อใด ไม่ใช่ ลักษณะของเซลล์ประสาทรับความรู้สึก**   ก. มีเดนไดรต์ยาวกว่าแอกซอนมาก  ข. มีเดนไดรต์และแอกซอนยาวใกล้เคียงกัน  ค. มีแอกซอนยาวกว่าเดนไดรต์  ง. มักเป็นเซลล์ประสาทขนาดเล็ก |  |  |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | 1. **ในสภาพปกติที่ผิวเยื่อหุ้มเซลล์ประสาทมีโซเดียมไอออนที่ผิวภายนอกมากกว่าและมีโพแทสเซียมไอออนที่ผิวภายในเซลล์มากกว่า เรียกระยะนี้ว่า**   ก. โพลาไรเซชัน ข. ดีโพลาไรเซชัน  ค. รีโพลาไรเซชัน ง. แอกชันโพเทนเชียล  scan-80017  **ให้นักเรียนศึกษารูปที่กำหนดให้แล้วตอบตอบคำถามข้อ 4 - 6**   1. **เซลล์ประสาทหมายเลขใดที่จัดเป็นเซลล์ประสาทชนิดขั้วเดียว**   ก. 1 ข. 2  ค. 3 ง. 4   1. **เราจะพบเซลล์ประสาทหมายเลข 1 ที่ส่วนใด**   ก. เรตินาของลูกตา ข. เซลล์ประสาทดมกลิ่น  ค. เซลล์ประสาทที่หู ง. สมองและไขสันหลัง   1. **จากรูปข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับเซลล์ประสาทหมายเลข 2**   ก. เป็นเซลล์ประสาทรับความรู้สึก ข. เป็นเซลล์ประสาทนำคำสั่ง  ค. เป็นเซลล์ประสาทประสานงาน ง. มักพบที่สมองและปมประสาท   1. **ทันทีที่เซลล์ประสาทถูกกระตุ้น จะเกิดปรากฏการณ์ใดขึ้นที่**   **เยื่อหุ้มเซลล์ประสาท**  ก. Na+ และ K+ ผ่านออก  ข. Na+ และ K+ ผ่านเข้า  ค. Na+ ผ่านออก และ K+ ผ่านเข้า  ง. Na+ ผ่านเข้า และ K+ ผ่านออก |  |  |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | 1. **ใยประสาทที่มีเยื่อไมอีลินหุ้ม จะเป็นฉนวนทางไฟฟ้า เพราะฉะนั้น**   **การเปลี่ยนแปลงของประจุบวกและประจุลบในระหว่างการนำ**  **กระแสประสาทจะเกิดขึ้นที่บริเวณใด**  ก. เยื่อไมอีลิน ข. โนดออฟแรนเวียร์  ค. เซลล์ชวาน ง. เดนไดรต์   1. **การถ่ายทอดกระแสประสาทจากเซลล์ประสาทหนึ่งไปอีกเซลล์ประสาทหนึ่ง ข้อใดกล่าวถูกต้อง** 2. จากแอกซอนของ Presynaptic neuron 🡺 เดนไดรต์ของ   Postsynaptic neuron   1. จากเดนไดรต์ของ Presynaptic neuron 🡺 แอกซอนของ   Postsynaptic neuron   1. แอกซอนของ Presynaptic neuron 🡺 ช่องไซแนปส์ 🡺 เดนไดรต์   ของ Postsynaptic neuron   1. เดนไดรต์ของ Presynaptic neuron 🡺 ช่องไซแนปส์ 🡺 แอกซอนของ Postsynaptic neuron 2. **การเปลี่ยนแปลงในข้อใดจะเกิดขึ้นเมื่อทำการลอกเยื่อไมอีลินของ**   **เซลล์ประสาทออก**  ก. การนำกระแสประสาทช้าลง  ข. เกิดกระแสประสาทได้ง่ายขึ้น  ค. ระยะเวลาจากถูกกระตุ้นจนเกิดกระแสประสาทน้อยลง  ง. Na+ ผ่านเข้าเซลล์ง่ายขึ้น |  |  |

**พวกเรา** มาทดสอบความรู้

ก่อนเข้าสู่บทเรียนกันนะครับ



**บัตรเนื้อหาที่ 1**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **เซลล์ประสาท (Neuron)**  **เซลล์ประสาท** (Neuron หรือ Nerve cell) เป็นเซลล์ที่มีการเปลี่ยนแปลงทั้งขนาดและรูปร่างแตกต่างกันมาก และทำหน้าที่เฉพาะเจาะจงในการนำกระแสประสาทจากระบบประสาทส่วนกลางของร่างกายไปยังส่วนต่าง ๆ   * **สมบัติของเซลล์ประสาท**  1. Excitability คือ มีความไวต่อการกระตุ้นจากสิ่งเร้า 2. ความสามารถในการนำคำสั่งออกไป   C:\Users\nook\Desktop\Image.jpg  **รูปที่ 1** (1) แผนภาพแสดงโครงสร้างของเซลล์ประสาท และ (2) ภาพเซลล์ประสาทที่ถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน  **ที่มา** http://www.myfirstbrain.com/student\_view.aspx?ID=74687 |  |

ร่างกายของคนเรามีเซลล์ประสาทจำนวนมาก ประมาณว่า มีถึง **หมื่นล้านเซลล์** ที่ทำหน้าที่เกี่ยวกับการรับรู้และการตอบสนอง

Note



**บัตรเนื้อหาที่ 2**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **ส่วนประกอบของเซลล์ประสาท**  เซลล์ประสาทประกอบด้วย 2 ส่วน แต่ละส่วนทำหน้าที่เฉพาะเจาะจง คือ ตัวเซลล์และใยประสาท |  |
| **1. ตัวเซลล์ (Cell body หรือเรียกว่า Soma)** | | |
|  | **ตัวเซลล์ประสาท** เป็นที่อยู่ของไซโทพลาซึมกับนิวเคลียส มีรูปร่างต่าง ๆ กัน อาจเป็นรูปกลม รูปไข่ รูปปิรมิด รูปดาว และมีขนาดแตกต่างกันมาก ตั้งแต่ขนาดเล็กกว่าเม็ดเลือดแดง จนถึงใหญ่กว่าเม็ดเลือดแดง 17 เท่า ประกอบด้วย นิวเคลียสอยู่ตรงกลางและมีนิวคลีโอลัสชัดเจน  นอกจากนี้ยังมีออร์แกเนลล์หลายชนิด เช่น เอนโดพลาสมิกเรติคิวลัม ไมโทคอนเดรีย นิวโรฟิลาเมนต์ (ไมโครฟิลาเมนต์) นิวโรทิวบูล กอลจิแอพพาราตัส สารติดสี (Chromatophilic substance หรือ Nissl bodies) ซึ่งเป็น  เอนโอพลาสมิกเรติคิวลัมชนิดหยาบ และไรโบโซมอยู่ด้วยกัน    **รูปที่ 2** โครงสร้างของตัวเซลล์ประสาท |  |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **ส่วนประกอบของเซลล์ประสาท** |  |
| **2. ใยประสาท (Nerve fiber)** | | |
|  | **ใยประสาท** เป็นแขนงที่ยื่นออกจากตัวเซลล์ มีจำนวนและขนาดความยาวแตกต่างกันไปตามตำแหน่งและหน้าที่ของเซลล์ประสาทนั้น ๆ ใยประสาทเหล่านี้แบ่งออกเป็น 2 พวก คือ  **1. เดนไดรต์ (Dendrite)** ซึ่งเป็นใยประสาทนำกระแสประสาทเข้าสู่ตัวเซลล์ จะมีขนาดของใยประสาทสั้นกว่าจำนวนมากกว่า และแตกแขนงมากกว่า  **2. แอกซอน (Axon)** มักเป็นใยประสาทเส้นเดียวและมีความยาวมาก บางเส้นอาจยาวเป็นเมตร แอกซอนเป็นส่วนนำกระแสประสาทออกจากตัวเซลล์ไปยังเซลล์ประสาทอื่น หรือเซลล์กล้ามเนื้อ หรือต่อมต่าง ๆ  C:\Users\nook\Desktop\neuroglia 1.jpg  **รูปที่ 3** แสดงส่วนของเดนไดรต์และแอกซอนของเซลล์ประสาท และนิวโรเกลีย  **ที่มา** http://biogeonerd.blogspot.com/2013\_08\_01\_archive.html  ระหว่างเซลล์ประสาทต่าง ๆ มีนิวโรเกลีย (Neuroglia) หรือ เกลียเซลล์ (Glial cell) มาแทรกอยู่ เพื่อทำหน้าที่นำสารอาหาร ออกซิเจน และป้องกันอันตรายให้กับเซลล์ประสาท |  |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **ส่วนประกอบของเซลล์ประสาท** |  |
| **2. ใยประสาท (Nerve fiber) (ต่อ)** | | |
|  | **เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่าง Axon และ Dendrite**   |  |  | | --- | --- | | **Axon** | **Dendrite** | | 1. นำข้อมูล/สัญญาณออกจากเซลล์ | 1. นำข้อมูล/สัญญาณเข้าสู่เซลล์ | | 2. Smooth surface | 2. Rough surface (Dendritic spine) | | 3. มี 1 Axon/Cell | 3. ส่วนใหญ่มีมากกว่า 1 Dendrite/Cell | | 4. ไม่มี Ribosome | 4. มี Ribosome | | 5. มี Myelin | 5. ไม่มี Myelin | | 6. มีการแตกแขนงในตำแหน่งที่ห่าง จาก Cell body | 6. แตกแขนงในตำแหน่งที่ใกล้กับ  Cell body | |  |
|  | ใยประสาทส่วนแอกซอนมีเยื่อบาง ๆ (Sheath) หุ้ม ซึ่งยังแยกออกเป็น 2 ชนิด คือ  **1. ใยประสาทชนิดแรก** เป็นเส้นใยประสาทที่มีเยื่อจากเซลล์ชวันน์ (Schwann cell) หุ้มอยู่ เรียกว่า **เยื่อไมอีลิน (Myelin sheath)** ใยประสาทชนิดนี้จึงเรียกว่า **ใยประสาทชนิดมีเยื่อหุ้ม (Myelin fiber)** เยื่อที่เป็นสารไขมันนี้ทำให้เห็นใยประสาทเป็นสีขาว ตรงบริเวณที่มีร่องรอยต่อของเซลล์ชวันแต่ละเซลล์เรียกว่า **โนดออฟแรนเวียร์ (Node of Ranvier)** ทั้งเยื่อไมอิลินและเซลล์ชวันเป็นเซลล์เดียวกัน แต่ที่แยกกันคนละแห่งนั้น |  |

ระหว่าง Axon และ Dendrite

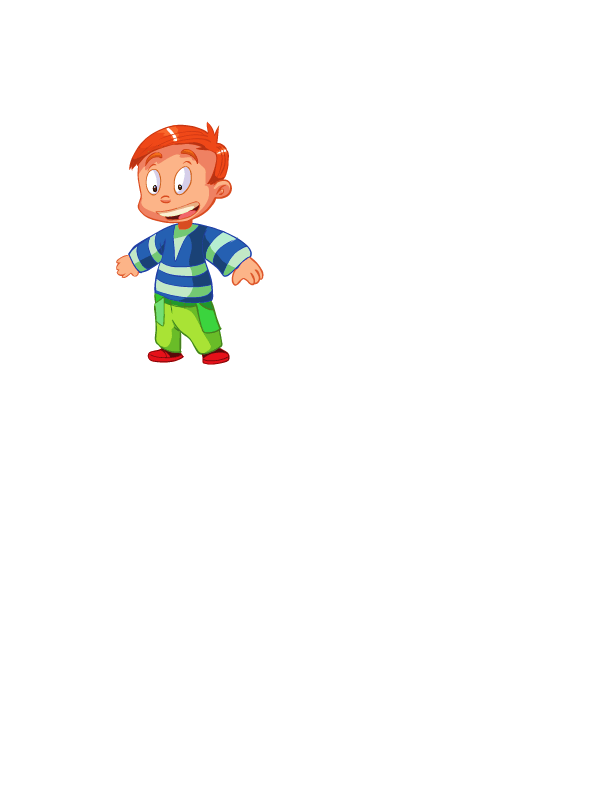
อะไรมีใยประสาท **ยาวกว่ากัน**

QUIZ



**แอกซอน (Axon)**

ANS



|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **ส่วนประกอบของเซลล์ประสาท** |  |
| **2. ใยประสาท (Nerve fiber) (ต่อ)** | | |
|  | เนื่องจากเซลล์ชวันหุ้มแอกซอนแล้วม้วนตัวในระยะแรกหนามาก ดังรูปที่ 4 ทำให้ส่วนของเซลล์ชวันน์ที่อยู่ข้างในติดกับแอกซอน มีโพรโทพลาซึมอยู่น้อยหรือไม่มีอยู่เลย จึงเหลือเฉพาะส่วนที่เป็นไขมันของเซลล์ชวันน์หุ้มแอกซอนอยู่ เปลือกชั้นในจึงเรียกว่า **เยื่อไมอิลิน**  8-8  **รูปที่ 4** โครงสร้างของเซลล์ประสาทชนิดเซลล์ประสาทนำคำสั่ง  **ที่มา** https://sites.google.com/site/sayamonkaeechai/withyasastr |  |

บริเวณที่มีร่องรอยต่อของ

**เซลล์ชวัน** แต่ละเซลล์ เรียกว่า

QUIZ



**โนดออฟแรนเวียร์**

**(Node of Ranvier)**

ANS

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **ส่วนประกอบของเซลล์ประสาท** |  |
| **2. ใยประสาท (Nerve fiber) (ต่อ)** | | |
|  | เมื่อมีการม้วนตัวมาก ๆ เข้า โพรโทพลาซึมของเซลล์ชวันน์จึงถูกบีบดันให้ไปอยู่ชั้นนอกมากขึ้น เปลือกชั้นนอกส่วนที่เป็นเซลล์ชวันน์จึงมีเยื่อหุ้มและโพรโทพลาซึม ดังรูปที่ 5 อนึ่ง ในสมองมีเซลล์ที่สร้างเยื่อไมอิลินมาหุ้มแอกซอนไว้ เซลล์นี้เรียกว่า **โอลิโกเดนโดรไซต์ (Oligodendrocyte)**  8-9  **รูปที่ 5** แผนภาพแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเซลล์ชวันกับเยื่อหุ้มไมอีลิน รูปถ่ายจาก  กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแสดงเยื่อหุ้มไมอิลินพันซ้อน ๆ กันอยู่หลายรอบ  **ที่มา** http://www.vcharkarn.com/lesson/1167 |  |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **ส่วนประกอบของเซลล์ประสาท** |  |
| **2. ใยประสาท (Nerve fiber) (ต่อ)** | | |
|  | ใยประสาทพวกที่มีเยื่อไมอีลินหุ้ม ได้แก่ เซลล์ประสาทที่ต้องส่งกระแสประสาทอย่างรวดเร็ว เพื่อให้เกิดการตอบสนองอย่างทันที เช่น ปฏิกิริยาของการหนีภัยต่าง ๆ โดยเฉพาะบริเวณที่สั่งให้กล้ามเนื้อทำงานอย่างรวดเร็ว หนังตาจะปิดลงมาได้ทันที ส่วนใยประสาทที่ไม่มีเยื่อไมอีลิน มักเป็นใยประสาทที่ควบคุมการทำงานของอวัยวะภายในให้เป็นปกติ เช่น กระเพาะอาหาร ลำไส้ เป็นต้น  **รูปที่ 6** แสดงส่วนประกอบของเซลล์ประสาทสั่งงาน ภาพขวาเป็นภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดมองเห็นตัวเซลล์และเดนไดรต์ |  |

ใยประสาทแบบใดที่

ควบคุมการทำงานของอวัยวะภายใน

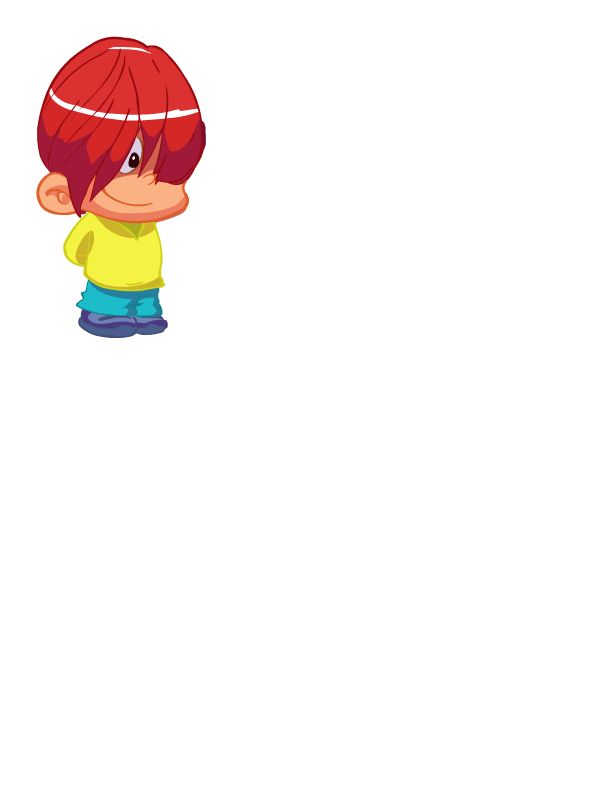
ให้เป็นปกติ เช่น กระเพาะอาหาร ลำไส้

QUIZ



**ใยประสาทที่ไม่มีเยื่อไมอีลิน**

ANS



|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **ส่วนประกอบของเซลล์ประสาท** |  |
| **2. ใยประสาท (Nerve fiber) (ต่อ)** | | |
|  | **2. ใยประสาทชนิดที่สอง** เป็นพวกที่มีเยื่อไมอีลินชนิดบางมากมาหุ้ม เนื่องจากเซลล์ชวันน์หุ้มรอบเดียว ไม่มีการม้วน บางคนเรียกใยประสาทชนิดนี้ว่า **ใยประสาทไม่มีเยื่อหุ้ม (Non myelinated fiber)**    **===== สรุป =====**  ใยประสาททั้งสองชนิดนี้ นอกจากแตกต่างกันที่ความหนาแน่นของเยื่อหุ้มแล้ว ยังต่างกันที่ความเร็วของการเคลื่อนที่ของกระแสประสาทอีกด้วย เพราะกระแสประสาทในแอกซอนที่ไม่มีเยื่อไมอีลินหุ้ม กระแสประสาทจะเคลื่อนที่ด้วยความเร็วเพียง 12 เมตรต่อวินาที ในที่นี้จะกล่าวง่าย ๆ ว่า การเคลื่อนที่ของกระแสประสาทในใยประสาทที่มีเยื่อไมอีลินหุ้มนั้น กระแสประสาทจะกระโดดจากบริเวณโนดออฟ-แรนเวียร์หนึ่งไปยังโนดออฟแรนเวียร์ที่อยู่ถัดไป ส่วนกระแสประสาทในใยประสาทที่ไม่มีเยื่อไมอีลินหุ้มจะเคลื่อนที่โดยต่อเนื่อง ซึ่งอาจเปรียบเทียบในลักษณะของคนวิ่งกระโดดไกลแข่งกับคนเดินปกติอย่างไหนจะเคลื่อนที่ได้ไวกว่ากัน |  |

**บัตรเนื้อหาที่ 3**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **การจำแนกชนิดของเซลล์ประสาท**  การจำแนกชนิดของเซลล์ประสาททำได้ 2 กรณี คือ จำแนกตามรูปร่างกับการจำแนกตามหน้าที่ของเซลล์ประสาทนั้น ๆ |  |
| **1. การจำแนกเซลล์ประสาทตามรูปร่างโครงสร้าง** | | |
|  | การจำแนกเซลล์ประสาทตามรูปร่างโครงสร้าง แยกออกได้ตามจำนวนของเส้นใยประสาทที่แยกออกจากตัวเซลล์ สามารถแบ่งได้ดังนี้  **ก) เซลล์ประสาทชนิดขั้วเดียว (Unipolar neuron)** เป็นเซลล์ประสาทที่มีเส้นใยประสาทที่แยกออกจากตัวเซลล์เพียงเส้นเดียว แล้วจึงแยกออกเป็นแอกซอนและเดนไดรต์ ตัวอย่างของเซลล์ประสาทชนิดนี้เป็นเซลล์ประสาทรับความรู้สึกของระบบประสาทรอบนอก เช่น รับความรู้สึกจากผิวหนัง  C:\Users\nook\Desktop\Lab1Fg01Opt.gif  **รูปที่ 7** โครงสร้างของเซลล์ประสาทชนิดขั้วเดียว  **ที่มา** http://vanat.cvm.umn.edu/neurLab1/neuron.html |  |

การรับความรู้สึกจากผิวหนัง

เป็นการทำงานของเซลล์ประสาทชนิดใด

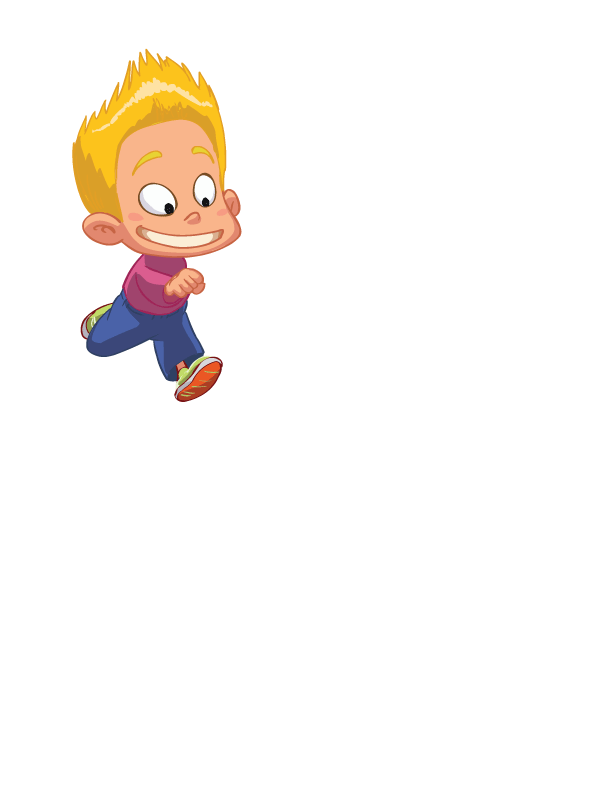
QUIZ



**เซลล์ประสาทชนิดขั้วเดียว**

**(Unipolar neuron)**

ANS



|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **การจำแนกชนิดของเซลล์ประสาท** |  |
| **1. การจำแนกเซลล์ประสาทตามรูปร่างโครงสร้าง (ต่อ)** | | |
|  | **ข) เซลล์ประสาทชนิดสองขั้ว (Bipolar neuron)** เป็นเซลล์ประสาทที่มีเส้นใยประสาท 2 เส้น แยกออกมาจากตัวเซลล์ พบได้ที่เรตินาของลูกตาเซลล์ประสาทรับเสียงที่หู และเซลล์ประสาทรับกลิ่นที่จมูก  C:\Users\nook\Desktop\Lab1Fg01Opt.gif  **รูปที่ 8** โครงสร้างของเซลล์ประสาทชนิดสองขั้ว  **ที่มา** http://vanat.cvm.umn.edu/neurLab1/neuron.html  **ค) เซลล์ประสาทชนิดหลายขั้ว (Multipolar neuron)** เป็นเซลล์ประสาทที่มีเส้นใยประสาทเดนไดรต์แยกออกมาจากตัวเซลล์เป็นจำนวนมาก และมีแอกซอนแยกออกมาเพียง 1 เส้นใย พบเซลล์ประสาทเช่นนี้ที่สมองและไขสันหลัง  C:\Users\nook\Desktop\Lab1Fg01Opt.gif  **รูปที่ 9** โครงสร้างของเซลล์ประสาทชนิดหลายขั้ว  **ที่มา** http://vanat.cvm.umn.edu/neurLab1/neuron.html |  |
|  | **การจำแนกชนิดของเซลล์ประสาท** |  |
| **2. การจำแนกเซลล์ประสาทตามหน้าที่การทำงาน** | | |
|  | การจำแนกเซลล์ประสาทตามหน้าที่ สามารถแบ่งเซลล์ประสาทได้ 3 ชนิดคือ  **ก) เซลล์ประสาทรับความรู้สึก (Sensory neuron หรือ**  **Afferent neuron)** เป็นเซลล์ประสาทอยู่ตามอวัยวะรับความรู้สึกต่าง ๆ ทำหน้าที่นำกระแสประสาทจากหน่วยรับความรู้สึกเข้าสู่ไขสันหลัง (Spinal cord) และสมอง (Brain) ส่วนมากเป็นเซลล์ประสาทชนิดขั้วเดียวหรือสองขั้ว โดยมีเดนไดรต์อยู่ที่ผิวหนัง ตา หู จมูก ลิ้น เป็นต้น และมีตัวเซลล์อยู่ในปมประสาท ใกล้กับระบบประสาทส่วนกลาง  **ข) เซลล์ประสาทนำคำสั่งหรือเซลล์ประสาทสั่งการ (Motor neuron หรือ Efferent neuron)** เป็นเซลล์ประสาทนำกระแสประสาทออกจากไขสันหลังหรือสมองไปยังหน่วยปฏิบัติการ (Effector) ได้แก่ กล้ามเนื้อหรือต่อม ต่าง ๆ ภายในร่างกาย เซลล์ประสาทชนิดนี้มักมีแอกซอนยาวกว่าเดนไดรต์ ส่วนใหญ่เป็นเซลล์ประสาทชนิดหลายขั้ว (Multipolar neuron) |  |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **การจำแนกชนิดของเซลล์ประสาท** |  |
| **2. การจำแนกเซลล์ประสาทตามหน้าที่การทำงาน (ต่อ)** | | |
|  | **(ค) เซลล์ประสาทประสานงาน (Association neuron หรือ Interneuron)** เป็นเซลล์ประสาทซึ่งทำหน้าที่เชื่อมต่อระหว่างเซลล์ประสาท รับความรู้สึกและเซลล์ประสาทนำคำสั่ง โดยรับกระแสประสาทจากเซลล์ประสาทรับความรู้สึกส่งต่อไปยังเซลล์ประสาทนำคำสั่ง เซลล์ประสาทชนิดนี้มักมีแอกซอนยาวกว่าเดนไดรต์ และเป็นเซลล์ประสาทชนิดหลายขั้ว ส่วนใหญ่เซลล์ประสาทประสานงานอยู่ในระบบประสาทส่วนกลาง มีส่วนน้อยที่กระจายอยู่ระหว่างระบบประสาทส่วนกลางและระบบประสาทรอบนอก    (ข)  (ค)  (ก)  **รูปที่ 10** แผนภาพเปรียบเทียบระหว่าง (ก) เซลล์ประสาทรับความรู้สึก  (ข) เซลล์ประสาทประสานงาน และ (ค) เซลล์ประสาทสั่งการ  **ที่มา** http://poonyaporn5652.wordpress.com/เซลล์ประสาท/ชนิดของเซลล์ประสาท |  |

**บัตรเนื้อหาที่ 4**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **การทำงานของเซลล์ประสาท** |  |
| **1. การเคลื่อนที่ของกระแสประสาทภายในเซลล์ประสาท** | | |
|  | จากการทดลองของ ฮอดจ์กิน (A.L. Hodgkin) และฮักซเลย์ (A.F. Huxley) โดยใช้เครื่องมือที่เรียกว่า **ไมโครอิเล็กโทรด (microelectrode)** โดยสอดปลายข้างหนึ่งของไมโครอิเล็กโทรดเข้าไปในแอกซอนของเซลล์ประสาทของหมึกซึ่งเป็นแอกซอนขนาดใหญ่ มีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 1 มิลลิเมตร ส่วนปลายอีกข้างหนึ่งต่ออยู่กับ เครื่องวัดความต่างศักย์ไฟฟ้า (cathode ray oscilloscope) ส่วนอีกขั้วหนึ่งของไมโครอิเล็กโทรด แตะอยู่ที่ผิวของแอกซอน  C:\Users\nook\Desktop\image (1).jpg  **รูปที่ 11** แผนภาพแสดงการวัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า  **ที่มา** http://www.myfirstbrain.com/student\_view.aspx?ID=74688  จากการทดลองนี้ นักวิทยาศาสตร์สามารถวัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่างภายในและภายนอกเซลล์ประสาทของหมึกได้ว่า มีค่าเป็น -60 มิลลิโวลต์ แต่เมื่อ มีการกระตุ้นที่จุดหนึ่งบนแอกซอนค่าความต่างศักย์จะเปลี่ยนเป็น 60 มิลลิโวลต์ แล้วค่าจะเปลี่ยนกลับมาเป็น -60 มิลลิโวลต์ ตามเดิม |  |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **การทำงานของเซลล์ประสาท** |  |
| **1. การเคลื่อนที่ของกระแสประสาทภายในเซลล์ประสาท (ต่อ)** | | |
|  | จากการศึกษาต่อมาพบว่า เนื่องจากเยื่อหุ้มเซลล์ประสาทมีสมบัติในการกั้นประจุไฟฟ้าได้ ดังนั้น ในภาวะปกติขณะยังไม่ถูกกระตุ้น หรือไม่มีกระแสประสาทเคลื่อนที่ผ่าน สารละลายภายนอกและภายในเซลล์ประสาทจะมีประจุไฟฟ้าต่างกัน โดยภายนอกเซลล์ประสาทมีประจุไฟฟ้าบวก และภายในเซลล์ประสาทมีประจุไฟฟ้าลบ โดยสารละลายภายนอกเซลล์มีโซเดียมไอออน (Na+) สูงกว่าในเซลล์ ขณะเดียวกันภายในเซลล์จะมีโพแทสเซียมไอออน (K+) สูงกว่านอกเซลล์ ความต่างศักย์ระหว่างผิวด้านในและด้านนอกมีค่าประมาณ -60 มิลลิโวลต์ เซลล์จะดำรงความเข้มข้นของไอออนที่ต่างกันนี้ไว้ โดยเยื่อหุ้มเซลล์จะส่งโซเดียมไอออนออกไปนอกเซลล์ตลอดเวลา ขณะเดียวกันจะดึงโพแทสเซียมไอออนให้สะสมอยู่ภายในเซลล์ เรียกกระบวนการนี้ว่า **โซเดียมโพแทสเซียมปั๊ม (sodium potassium pump)**  **C:\Users\nook\Desktop\Image (2).jpg**  **รูปที่ 12** แผนภาพโซเดียมโพแทสเซียมปั๊ม  **ที่มา** http://www.myfirstbrain.com/student\_view.aspx?ID=74688 |  |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **การทำงานของเซลล์ประสาท** |  |
| **1. การเคลื่อนที่ของกระแสประสาทภายในเซลล์ประสาท (ต่อ)** | | |
|  | แม้ว่าโพแทสเซียมไอออนจะถูกดึงให้สะสมอยู่ภายในเซลล์ก็ตาม เมื่อรวมประจุไฟฟ้าภายนอกเซลล์ก็ยังคงมีประจุบวกมากกว่าภายในเซลล์อยู่นั่นเอง ภายในเซลล์นอกจากจะมีโพแทสเซียมไอออนอยู่มากกว่าภายนอกเซลล์แล้ว ยังมีอินทรีย์สารต่าง ๆ ที่มีขนาดโมเลกุลใหญ่และไม่สามารถผ่านออกไปได้อยู่จำนวนมากด้วย เช่น โปรตีน และกรดนิวคลีอิกต่าง ๆ สารเหล่านี้มีประจุลบ จึงทำให้ผิวภายในเซลล์มีประจุลบสูงกว่าผิวภายนอกเซลล์  เมื่อมีสิ่งเร้ามากระตุ้นเซลล์ประสาทถึงระดับที่ตอบสนองได้ สมบัติของเยื่อหุ้มเซลล์จะเปลี่ยนแปลงชั่วคราว คือ เยื่อหุ้มเซลล์ยอมให้โซเดียมไอออนผ่านเข้าไปได้ง่ายในเวลาประมาณ 1/1000 วินาที ทำให้ผิวภายในเซลล์ประสาทตรงที่โซเดียมไอออนผ่านเข้าไปในเซลล์ได้สักครู่หนึ่ง เยื่อหุ้มเซลล์ก็จะไม่ยอมให้โซเดียมไอออนผ่านเพิ่มเข้าไปอีก แต่จะยอมให้โพแทสเซียมไอออนผ่านออกไปภายนอกเซลล์โดยง่าย ใช้เวลาประมาณ 2/1000 วินาที ทำให้เซลล์สูญเสียประจุบวก และ ผิวภายในเยื่อหุ้มเซลล์เป็นประจุลบอีกครั้งหนึ่ง ลำดับเหตุการณ์ดังกล่าวนี้เรียกว่า **การเกิดกระแสประสาท (nerve impulse or action potential)** ทุกครั้งที่มีการกระตุ้นถึงระดับจะมีเหตุการณ์ดังกล่าวเกิดขึ้นตามลำดับเช่นนี้เสมอ เป็นผลทำให้เซลล์ได้รับไอออน และสูญเสียโพแทสเซียมไอออนจำนวนหนึ่ง ต่อจากนั้นจะเกิดกระบวนการโซเดียมโพแทสเซียมปั๊ม ทำให้โซเดียมไอออนที่ผ่านเข้าไปในเซลล์ถูกขับออกไป และดึงโพแทสเซียมไอออนกลับเข้ามาในเซลล์ดังเดิม โซเดียมโพแทสเซียมปั๊มเป็นกระบวนการที่ต้องใช้พลังงานมากมาย  เนื่องจากเป็นกระบวนการแอกทีฟทรานสปอร์ต พลังงานที่ใช้ไปนี้ได้มาจากการสลายโมเลกุลของ ATP ที่อยู่ภายในผิวของเซลล์ประสาท นักวิทยาศาสตร์พบว่า ถ้าไม่มีการนำโซเดียมไอออน และโพแทสเซียมไอออนกลับที่ดังเดิม ใยประสาทก็จะไม่สามารถทำหน้าที่นำกระแสประสาทได้อีก |  |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **การทำงานของเซลล์ประสาท** |  |
| **1. การเคลื่อนที่ของกระแสประสาทภายในเซลล์ประสาท (ต่อ)** | | |
|  | การคืนเข้าสู่สภาวะปกติต้องอาศัยช่วงเวลาหนึ่ง ซึ่งโดยทั่วไปแล้ว กินเวลาเพียงเสี้ยววินาที ดังนั้น การกระตุ้นกระชั้นชิดเกินกว่าช่วงเวลาดังกล่าว ก็จะไม่มีกระแสประสาทเกิดขึ้น แต่อย่างไรก็ตาม ใยประสาทบางเส้นอาจคืนเข้าสู่ภาวะปกติได้รวดเร็วมาก และพร้อมที่จะเริ่มนำกระแสประสาทต่อไป ดังนั้น การเคลื่อนที่ของกระแสประสาทในใยประสาทจึงคล้ายกับการเคลื่อนที่เป็นระลอก ๆ  **ในเซลล์ประสาทที่ไม่มีเยื่อไมอีลินหุ้ม** การนำกระแสประสาทในใยประสาทจึงคล้ายกับการเคลื่อนที่เป็นระลอก ๆ  **ในเซลล์ประสาทที่ไม่มีเยื่ออีลินหุ้ม** การนำกระแสประสาทจะเกิดขึ้น อย่างต่อเนื่องกันไปเรื่อย ๆ จากจุดที่ถูกกระตุ้นไปตลอดจนถึงปลายแอกซอน โดยเกิดการเปลี่ยนแปลงประจุในจุดถัดไป เมื่อผ่านไปแล้วจุดนั้นก็จะกลับคืนสู่สภาพเดิม |  |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | 00000  **การทำงานของเซลล์ประสาท** |  |
| **1. การเคลื่อนที่ของกระแสประสาทภายในเซลล์ประสาท (ต่อ)** | | |
|  | สำหรับแอกซอนที่มีเยื่อไมอีลินหุ้ม เยื่อไมอีลินจะทำหน้าที่เป็นฉนวนกั้นประจุไฟฟ้าที่ผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ ดังนั้น แอกซอนตรงบริเวณที่มีเยื่อไมอีลินหุ้มจะไม่มีกระแสประสาทเกิดขึ้น กระแสประสาทจะเคลื่อนที่จากบริเวณโนดออฟแรนเวียร์หนึ่งไปยังโนดออฟแรนเวียร์ถัด ๆ ไปตามความยาวของแอกซอน ระยะห่างระหว่างโนดออฟแรนเวียร์หนึ่ง ๆ จะอยู่ห่างประมาณ 200-2,000 ไมโครเมตร ดังนั้น เซลล์ประสาทที่มีขนาดใหญ่จะมีโนดออฟแรนเวียร์ห่างกันมาก ๆ กระแสประสาทจะผ่านได้เร็วขึ้น  นอกจากนั้นความเร็วของกระแสประสาทยังขึ้นอยู่กับขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางของแอกซอนด้วย ถ้าแอกซอนมีขนาดใหญ่กระแสประสาทจะผ่านไปได้เร็ว  C:\Users\nook\Desktop\Image (3).jpg  **รูปที่ 13** แสดงการเคลื่อนที่ของกระแสประสาทภายในเซลล์เมื่อถูกกระตุ้น  **ที่มา** http://www.myfirstbrain.com/student\_view.aspx?ID=74688 |  |

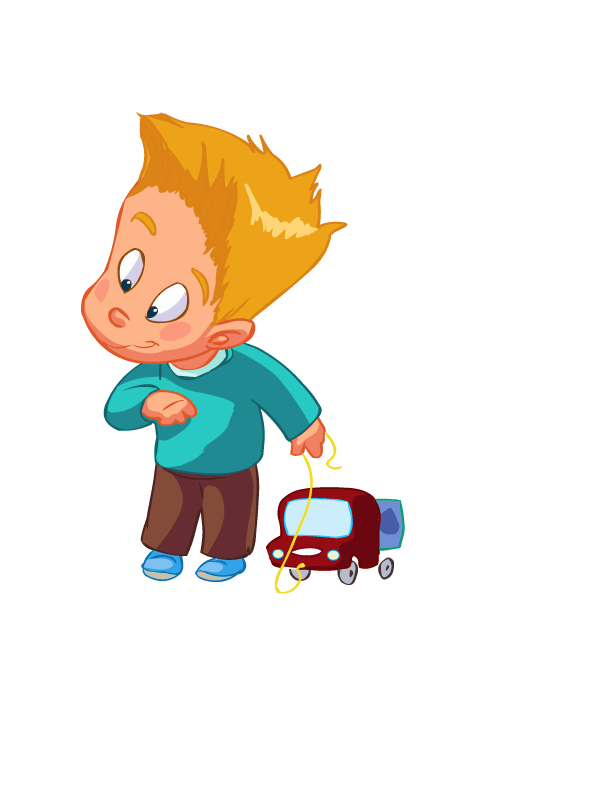
|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **การทำงานของเซลล์ประสาท** |  |
| **1. การเคลื่อนที่ของกระแสประสาทภายในเซลล์ประสาท (ต่อ)** | | |
|  | กระแสประสาทจะไม่เกิดขึ้น ถ้ากระตุ้นด้วยสิ่งเร้าที่มีความแรงน้อยเกินกว่าระดับหนึ่งที่ตอบสนองได้ หรือแม้แต่การกระตุ้นด้วยสิ่งเร้าที่มีความแรงมาก ๆ ก็ไม่ทำให้กระแสประสาทเคลื่อนที่เร็วขึ้น บางคนอาจสงสัยว่าถ้าความเร็วของกระแสประสาทไม่เปลี่ยนแปลงตามสิ่งเร้า เราจะทราบได้อย่างไรว่า สิ่งเร้านั้นแตกต่างกัน เช่น ความรู้สึกนั้นเกี่ยวกับความร้อนหรือความเจ็บปวด ร้อนมากหรือร้อนน้อย เจ็บมากหรือเจ็บน้อย คำถามเหล่านี้จะตอบให้ละเอียดได้ยากในระดับนี้ ถึงแม้ว่ากระแสประสาทแต่ละระลอกภายในเซลล์ประสาทแต่ละชนิดจะมีความเร็วคงที่ก็ตาม แต่ก็อาจจะแตกต่างกันในแง่ของความถี่ของกระแสประสาท และระยะเวลานานของการกระตุ้นสิ่งเร้า นอกจากนี้ยังมีความแตกต่างกันในแง่ของจำนวนและชนิดของหน่วยรับความรู้สึก ตลอดจนศูนย์รับความรู้สึกในสมอง ซึ่งช่วยให้รับรู้ชนิดของสิ่งเร้าได้อีกด้วย |  |

เซลล์ประสาทที่มีขนาดใหญ่

กระแสประสาทจะผ่านได้

เร็วขึ้น หรือช้าลง เพราะเหตุใด

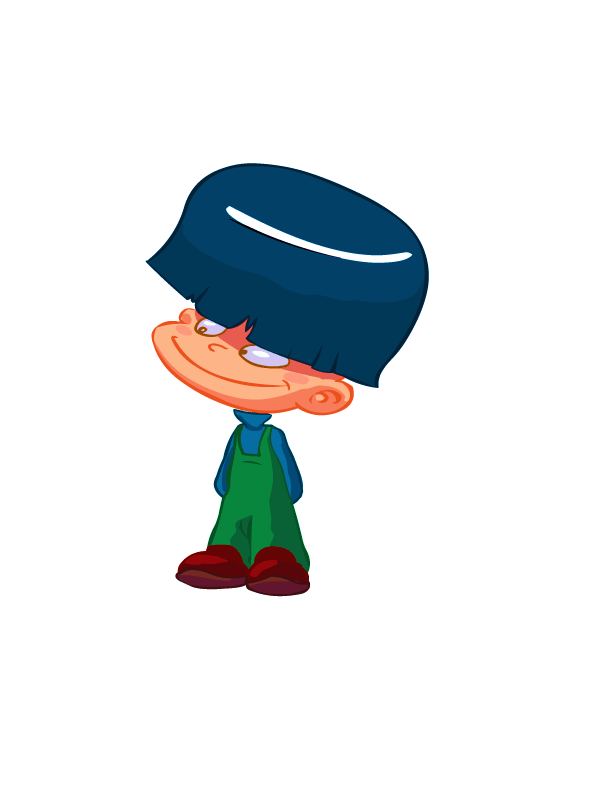
QUIZ



**ผ่านได้เร็วขึ้น เพราะ**

**จะมีโนดออฟแรนเวียร์ห่างกันมาก**

ANS



|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | 00000  **การทำงานของเซลล์ประสาท** |  |
| **2. การถ่ายทอดกระแสประสาทจากเซลล์ประสาทหนึ่ง**  **ไปยังเซลล์ประสาทอีกเซลล์หนึ่ง** | | |
|  | ในการนำกระแสประสาทจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งของร่างกาย ย่อมจะมีการส่งกระแสประสาทผ่านเซลล์ประสาทมากกว่าหนึ่งเซลล์ โดยส่งกระแสประสาทจากแอกซอนของเซลล์หนึ่งข้ามไปยังเดนไดรต์ของอีกเซลล์หนึ่ง ปลายของแอกซอนและเดนไดรต์ดังกล่าวไม่ได้ติดต่อถึงกันแต่อยู่ใกล้ชิดกันมาก บริเวณที่ปลายแอกซอนของเซลล์ประสาทเซลล์หนึ่งอยู่ชิดกับเดนไดรต์หรือตัวเซลล์ประสาทอีกเซลล์ เรียกว่า **ไซแนปส์ (synapse)** ซึ่งจะเห็นได้เมื่อศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนเท่านั้น  บริเวณปลายแอกซอนของเซลล์ประสาทจะพองออกเป็นกระเปาะ ภายในกระเปาะมีโครงสร้างที่มีลักษณะเป็นถุงเล็ก ๆ ซึ่งภายในบรรจุสารเคมี เรียกว่า **สารสื่อประสาท (neurotransmitter)** นักวิทยาศาสตร์พบว่า เมื่อกระแสประสาทเคลื่อนที่มาถึงปลายแอกซอน ถุงเหล่านี้จะเคลื่อนที่ไปยังเยื่อหุ้มเซลล์ประสาทก่อนไซแนปส์ แล้วหลั่งสารสื่อประสาทออกมาไปกระตุ้นให้เกิดกระแสประสาทที่ปลายเดนไดรต์หรือที่ตัวเซลล์ของอีกเซลล์หนึ่ง สารสื่อประสาทนี้จะพบที่ปลายแอกซอนเท่านั้น ส่วนใหญ่เป็น สารพวกแอซิติลโคลีน (acetylcholine) และสารอื่น ๆ เช่น เอพิเนฟริน (epinephrine) นอร์เอพิเนฟริน (norepinephrine) เอนดอร์ฟิน (endorphin) เป็นต้น |  |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **การทำงานของเซลล์ประสาท** |  |
| **2. การถ่ายทอดกระแสประสาทจากเซลล์ประสาทหนึ่ง**  **ไปยังเซลล์ประสาทอีกเซลล์หนึ่ง (ต่อ)** | | |
|  | เมื่อสารสื่อประสาทถูกปล่อยออกจากถุงเก็บสารสื่อประสาทที่เยื่อหุ้มปลายแอกซอนเข้าสู่ช่องไซแนปส์ สารสื่อประสาทจะไปรวมกับตัวรับที่เยื่อหุ้มเซลล์ของเซลล์ประสาทหลังไซแนปส์ เกิดมีการเปลี่ยนแปลงความสามารถในการซึมผ่านของไอออนของเยื่อหุ้มเซลล์ จึงทำให้เกิดกระแสประสาทขึ้นที่เดนไดรต์ของเซลล์ประสาทหลังไซแนปส์  **C:\Users\nook\Desktop\Image (5).jpg**  **รูปที่ 14** แผนภาพแสดงไซแนปส์ระหว่างเซลล์ประสาท และการหลั่งสารสื่อประสาท  ที่บริเวณไซแนปส์  **ที่มา** http://www.myfirstbrain.com/student\_view.aspx?ID=74688 |  |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | 00000  **การทำงานของเซลล์ประสาท** |  |
| **2. การถ่ายทอดกระแสประสาทจากเซลล์ประสาทหนึ่ง**  **ไปยังเซลล์ประสาทอีกเซลล์หนึ่ง (ต่อ)** | | |
|  | เมื่อสารสื่อประสาทกระตุ้นให้เกิดกระแสประสาทขึ้นที่เดนไดรต์ของเซลล์ประสาทอีกเซลล์หนึ่งแล้ว สารสื่อประสาทที่ส่งมาที่บริเวณไซแนปส์จะสลายตัวไป โดยการทำงานของเอนไซม์เฉพาะกับชนิดของสารสื่อประสาทนั้น สารที่ได้จาก การถูกทำลายบางส่วนจะถูกนำกลับเข้าไปสร้างเป็นสารสื่อประสาทใหม่ บางส่วนก็เข้าสู่ระบบหมุนเวียนเลือดเพื่อกำจัดออก ดังนั้น เดนไดรต์จึงถูกระตุ้นเฉพาะเวลาที่แอกซอนปล่อยสารสื่อประสาทออกมาเท่านั้น  สารเคมีหรือยาหลายชนิดมีผลต่อการถ่ายทอดกระแสประสาทที่ไซแนปส์ เช่น สารพิษจากแบคทีเรียที่เป็นสาเหตุของการเกิดอาหารเป็นพิษ จะไปยับยั้งไม่ให้แอกซอนปล่อยสารสื่อประสาททำให้กล้ามเนื้อไม่หดตัว ทำให้เกิดอาการอัมพาต ยาระงับประสาททำให้สารสื่อประสาทปล่อยออกมาน้อย ทำให้กระแสประสาทส่งไปยังสมองน้อยจึงเกิดอาการสงบ ไม่วิตกกังวล สารนิโคติน หัวใจเต้นเร็ว ยาฆ่าแมลงบางชนิดจะไปยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ที่จะมาสลายสารสื่อประสาท |  |

**แบบทดสอบก่อนเรียน**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |
|  |  | **ชุดกิจกรรมที่ 2**  **เรื่อง เซลล์ประสาทและการทำงานของเซลล์ประสาท**  วิชา **ชีววิทยา2** รหัสวิชา **ว32242** ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 |  |  |
|  |  | **คำชี้แจง** ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด แล้วทำเครื่องหมาย 🞨 ลงในกระดาษคำตอบ |  |  |
|  |  | 1. **การเปลี่ยนแปลงในข้อใดจะเกิดขึ้นเมื่อทำการลอกเยื่อไมอีลินของ**   **เซลล์ประสาทออก**  ก. การนำกระแสประสาทช้าลง  ข. เกิดกระแสประสาทได้ง่ายขึ้น  ค. ระยะเวลาจากถูกกระตุ้นจนเกิดกระแสประสาทน้อยลง  ง. Na+ ผ่านเข้าเซลล์ง่ายขึ้น  scan-80015   1. **จากภาพเซลล์ประสาทดังกล่าว ข้อใดต่อไปนี้ ไม่ถูกต้อง**   ก. หมายเลข 1 คือ Dendrite  ข. หมายเลข 3 คือ Myelin sheath  ค. หมายเลข 6 คือ Axon  ง. หมายเลข 4 คือ Cell body |  |  |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | 1. **ข้อใด ไม่ใช่ ลักษณะของเซลล์ประสาทรับความรู้สึก**   ก. มีเดนไดรต์ยาวกว่าแอกซอนมาก  ข. มีเดนไดรต์และแอกซอนยาวใกล้เคียงกัน  ค. มีแอกซอนยาวกว่าเดนไดรต์  ง. มักเป็นเซลล์ประสาทขนาดเล็ก   1. **ในสภาพปกติที่ผิวเยื่อหุ้มเซลล์ประสาทมีโซเดียมไอออนที่ผิวภายนอกมากกว่าและมีโพแทสเซียมไอออนที่ผิวภายในเซลล์มากกว่า เรียกระยะนี้ว่า**   ก. โพลาไรเซชัน ข. ดีโพลาไรเซชัน  ค. รีโพลาไรเซชัน ง. แอกชันโพเทนเชียล  scan-80017  **ให้นักเรียนศึกษารูปที่กำหนดให้แล้วตอบตอบคำถามข้อ 5 - 7**   1. **จากรูปข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับเซลล์ประสาทหมายเลข 2**   ก. เป็นเซลล์ประสาทรับความรู้สึก ข. เป็นเซลล์ประสาทนำคำสั่ง  ค. เป็นเซลล์ประสาทประสานงาน ง. มักพบที่สมองและปมประสาท   1. **เซลล์ประสาทหมายเลขใดที่จัดเป็นเซลล์ประสาทชนิดขั้วเดียว**   ก. 1 ข. 2  ค. 3 ง. 4   1. **เราจะพบเซลล์ประสาทหมายเลข 1 ที่ส่วนใด**   ก. เรตินาของลูกตา ข. เซลล์ประสาทดมกลิ่น  ค. เซลล์ประสาทที่หู ง. สมองและไขสันหลัง |  |  |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | 1. **ใยประสาทที่มีเยื่อไมอีลินหุ้ม จะเป็นฉนวนทางไฟฟ้า เพราะฉะนั้น**   **การเปลี่ยนแปลงของประจุบวกและประจุลบในระหว่างการนำ**  **กระแสประสาทจะเกิดขึ้นที่บริเวณใด**  ก. เยื่อไมอีลิน ข. โนดออฟแรนเวียร์  ค. เซลล์ชวาน ง. เดนไดรต์   1. **ทันทีที่เซลล์ประสาทถูกกระตุ้น จะเกิดปรากฏการณ์ใดขึ้นที่**   **เยื่อหุ้มเซลล์ประสาท**  ก. Na+ และ K+ ผ่านออก  ข. Na+ และ K+ ผ่านเข้า  ค. Na+ ผ่านออก และ K+ ผ่านเข้า  ง. Na+ ผ่านเข้า และ K+ ผ่านออก   1. **การถ่ายทอดกระแสประสาทจากเซลล์ประสาทหนึ่งไปอีกเซลล์ประสาทหนึ่ง ข้อใดกล่าวถูกต้อง** 2. จากแอกซอนของ Presynaptic neuron 🡺 เดนไดรต์ของ   Postsynaptic neuron   1. จากเดนไดรต์ของ Presynaptic neuron 🡺 แอกซอนของ   Postsynaptic neuron   1. แอกซอนของ Presynaptic neuron 🡺 ช่องไซแนปส์ 🡺 เดนไดรต์   ของ Postsynaptic neuron   1. เดนไดรต์ของ Presynaptic neuron 🡺 ช่องไซแนปส์ 🡺 แอกซอนของ Postsynaptic neuron |  |  |

**กระดาษคำตอบ**

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

**เฉลยกิจกรรมที่ 1**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **การรับรู้และการตอบสนอง(Heredity)**  **คำสั่ง** ให้นักเรียนเติมคำที่กำหนดให้ลงในแผนภาพแสดงความสำคัญในการรับรู้ และการตอบสนองต่อสิ่งแวดล้อมของสิ่งมีชีวิต ให้ถูกต้อง |  |

**เฉลยแบบทดสอบหลังเรียน**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |
|  |  | **ชุดกิจกรรมที่ 2**  **เรื่อง เซลล์ประสาทและการทำงานของเซลล์ประสาท**  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]. |  |