الفصل

46

المستقبلات الحسية؛ الدارات العصبونية لمعالجة المعلومات

يرد مدخول الجهاز العصبي من المستقبلات الحسية التي تتبين المنبهات الحسية، مثل اللمس والصوت والضوء والألم والبرودة والدفء وما شاكل ذلك. ويستهدف هذا الفصل بحث الآليات الأساسية التي تحوِّل بها المستقبلات هذه المنبهات الحسية إلى إشارات عصبية بالإضافة إلى كيفية معالجة الجهاز العصبي لهذه المعلومات المنقولة بالإشارات.

أنواع المستقبلات الحسية والمنبِّهات الحسية التي تكشفها

يقدم الجدول 46-1 قائمة وتصنيفاً لمعظم المستقبلات الحسية في الجسم. ويبين هذا الجدول بأن في الجسم أساساً خمسة أنواع مختلفة من المستقبلات الحسية: (1) المستقبلات الآلية mechanoreceptors التي تكشف عن التشوّهات الآلية للمستقبلات أو الأنسجة المجاورة لها، (2) المستقبلات الحرارية thermoreceptors التي تكشف عن تغيرات درجات الحرارة، بعضها يتعرف على البرودة وبعضها الآخر على الدفء، (3) مستقبلات الأذى nociceptors (مستقبلات الألم) التي تكشف عن التخريبات التي تحصل في الأنسجة سواء كانت فيزيائية أو كيميائية، (4) المستقبلات الكهرمغناطيسية التي تتعرف على الضوء على شبكية العين، (5) المستقبلات الكيميائية التي تكشف عن الطَعْم في الفم والرائحة في الأنف ومستوى الأكسجين في الدم الشرياني وأسموليلية سوائل الجسم وتركيز ثاني أكسيد الكربون وربما عن العوامل الأخرى التي تكوِّن كيمياء الجسم.

وسنبحث في هذا الفصل وظائف بعض أنواع المستقبلات النوعية، وأولها المستقبلات الآلية المحيطية، لتوضيح بعض المبادىء الأساسية التي تعمل بها المستقبلات. وسنبحث المستقبلات الأخرى مع علاقاتها بالأجهزة الحسية التي تعمل فيها في فصول أخرى.

ويبين الشكل 46-1 بعض الأنواع المختلفة من المستقبلات الآلية التي توجد في الجلد أو في أنسجة الجسم العميقة، ويقدم الجدول 46-1 وظائفها الحسية الخاصة. وستبحث كل هذه المستقبلات في الفصول اللاحقة مع علاقاتها بالأجهزة الحسية الخاصة بها.

الحساسية التفريقية للمستقبلات

السؤال الأول الذي يجب أن نجيب عنه هنا هو كيف أن نوعين مختلفين من المستقبلات الحسية يتعرفان على أنواع مختلفة من التنبيهات الحسية؟ والجواب هو بتأثير الحساسيات التفريقية. أي أن كل نوع من أنواع المستقبلات حساس لدرجة كبيرة لنوع واحد من المنبهات معين له، وهو غير حساس للشدد السوية من

الجدول 46-1 تصنيف المستقبلات الحسية

المستقبلات الآلية
حساسية اللمس الجلدية
(البشرة والادمة)
نهايات عصبية حرة
نهايات ذرى متسعة
أقراص مركل
بالإضافة للقليل من الأنواع الأخرى
نهايات رذاذة
نهايات روفيني
نهايات منحفظة
جُسَيْمات مَيسنر
جُسَيْمات كراوزة
أعضاء انتهائية شعرية
حساسية الأنسجة العميقة
نهايات عصبية حرة
نهايات ذرى متسعة
نهايات رذاذة
نهايات روفيني
نهايات منحفظة
جسيمات باسيني
بالإضافة للعديد من الأنواع الأخرى
نهايات العضلات
مغازل العضلات
مستقبلات غراجي الوترية
السمع
مستقبلات الصوت في القوقعة
التوازن
مستقبلات الدهليز
الضغط الشرياني
مستقبلات الضغط في الجيوب السباتية والأبهرية
مستقبلات الحرارة
البرودة
مستقبلات البرودة
الدفء
مستقبلات الدفء
مستقبلات الأذى
الألم
نهايات عصبية حرة
المستقبلات الكهرمغناطيسية
البصر
العصيات
المخاريط
المستقبلات الكيميائية
الذوق
مستقبلات البراعم الذقية
الشم
مستقبلات الظهارة الشمية
الأكسجين الشرياني
مستقبلات الأجسام الأبهرية والسباتية
الاسموليلية
عصبونات مختلفة في الذرى فوق البصرية أو بالقرب منها
ثاني أكسيد كربون الدم
مستقبلات في أو على سطح البصلة وفي الأجسام السباتية والأبهرية
غلوكوز الدم والعديد من الأمينية والعديد الدهنية
مستقبلات في الوطاء

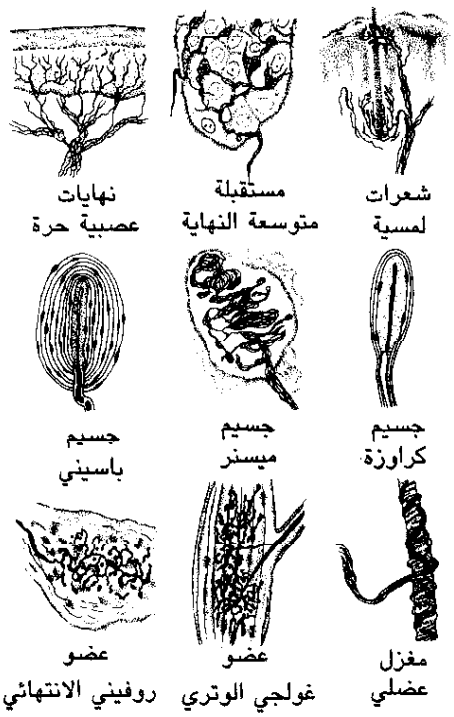
أنواع المنبهات الأخرى. فالعصيات والمخاريط حساسة جداً للضوء ولكنها غير حساسة أبداً تقريباً للحرارة وللبرودة وللضغط على مقلة العين أو للتغييرات الكيميائية في الدم. وتتعرف مستقبلات التناضح في النوى فوق البصرية في الوطاء على التغيرات الدقيقة في أسمولياية سوائل الجسم ولكنها لا تستجيب للصوت أبداً. وأخيراً فإن مستقبلات الألم في الجلد لا تنبه أبداً تقريباً منبهات اللمس أو الضغط الاعتيادية ولكنها تنشط بسرعة عندما تصبح منبهات اللمس شديدة جداً لدرجة تكفي لحدوث تخريب في الأنسجة.

طراز الأحاسيس ــ مبدأ «الخط الموسوم»

يسمى كل نوع من الأنواع الأساسية للأحاسيس التي نشعر بها ـ الألم واللمس والبصر والسمع وما إلى ذلك ـ «طراز الإحساس» modality of sensation. وبالرغم من أننا نشعر بطرز مختلفة من الأحاسيس ، لكن الألياف العصبية لا تنقل إلا دفعات فقط. وبالتالي كيف تنقل هذه الألياف العصبية المختلفة مختلف طرز الأحاسيس هذه؟

والجواب عن ذلك هو أن كل سبيل عصبي ينتهي عند نقطة معينة في الجهاز العصبي المركزي، ويتعين نوع الإحساس الذي يشعر به الشخص عند تنبيه أحد الألياف العصبية بنقطة الجهاز العصبي التي ينتهي الليف عندها. فمثلاً عند تنبيه ليف عصبي للألم يدرك الشخص ألماً بصرف النظر عن نوع المنبه الذي نبه الليف. إذ من الممكن أن يكون المنبه كهربائياً أو حرارياً أو منبهاً لنهاية عصبية بسبب تخريب في خلايا النسيج. ومع ذلك يدرك الشخص في كل الحالات إحساساً بالألم. وبنفس الأسلوب يدرك الشخص إحساساً باللمس عند تنبيه ليف لمسي باستثارة مستقبلة لمسية سواء كان ذلك بمنبه كهربائي أو بأية وسيلة أخرى، لان الياف اللمس تقود إلى باحات لمسية نوعية خاصة في الدماغ. وبنفس الطريقة تنتهي الألياف من شبكية العين في الباحة البصرية في الدماغ. كما تنتهي الألياف من الأذن في الباحة السمعية في الدماغ وتنتهي ألياف درجة الحرارة في باحات درجة الحرارة.

وتسمى مناوعة الألياف العصبية هذه في نقل طراز واحد فقط من طرز الإحساس «مبدأ الخط الموسوم» «labeled linc» principle.



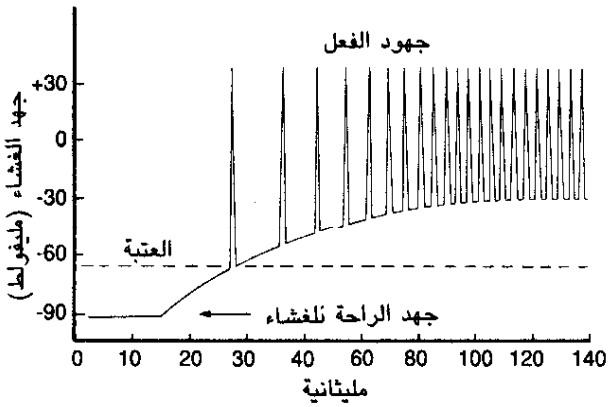
الشكل 46-1. أنواع عديدة من النهايات العصبية الحسية الجسدية.

تنبيغ المنبهات الحسية إلى دفعات عصبية

التيارات الموضعية في النهايات العصبية ــ جهود المستقبلات

تشترك كل المستقبلات الحسية بميزة مشتركة. فمهما كان نوع المنبه الذي يستثير المستقبلة فإن التأثير المباشر الذي يولده هو تغيير جهد غشائها. ويسمى تغيير الجهد هذا جهد المستقبلة.

آليات جهود المستقبلات. يمكن أن تولّد استثارة مختلف المستقبلات بالطرق المختلفة جهود مستقبلات: (1) بالتشويه الآلي للمستقبلة الذي يمدد غشائها ويفتح قنوات أيوناتها، (2) أو بوضع مادة كيميائية على الغشاء فتفتح هذه القنوات الأيونية أيضاً، (3) أو بتغيير درجة حرارة الغشاء فتتغير نفوذيته، (4) أو بتأثير الإشعاع الكهرمغناطيسي، مثل تأثير الضوء على المستقبلة، مما يغير بطريقة مباشرة أو غير مباشرة خواص الغشاء ويسمح للأيونات بالجريان خلال قنواته. ومن السهل أن ندرك أن هذه الوسائل الأربع لاستثارة



الشكل 46-2. علاقة نموذجية بين جهد المستقبلة وجهود الفعل عندما يرتفع جهد المستقبلة إلى أعلى من مستوى العتبة.

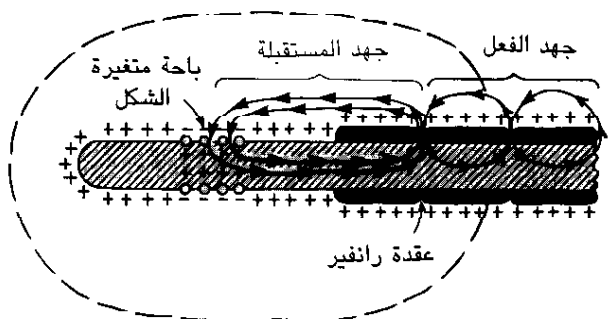
المستقبلات تقابل عموماً أنواع المستقبلات الحسية المعروفة المختلفة. وفي جميع الحالات، فإن السبب الأساسي لتغيير جهد غشاء المستقبلة هو تغيير نفوذيته، مما يسمح للأيونات بالانتشار بسهولة خلال الغشاء فتغير بذلك الجهد عبر الغشاء.

مدى جهد المستقبلة. يبلغ المدى الأقصى لمعظم جهود المستقبلات الحسية حوالي 100 مليفولط. ويقارب هذا نفس الفولطية القصوية التي تسجل لجهود الفعل. كما أنه يقارب الجهد الذي يتولد عندما يصبح الغشاء نفوذاً لأقصى درجة لأيونات الصوديوم.

علاقة جهد المستقبلة بجهود الفعل. عندما يرتفع جهد المستقبلة إلى أعلى من العتبة التي تولد جهود الفعل في الليف العصبي المتصل بالمستقبلة، تبدأ جهود الفعل عندذاك بالظهور كما يظهر في الشكل 46-2. ويلاحظ في الشكل أيضاً بأنه كلما ارتفع جهد المستقبلة إلى أعلى من مستوى العتبة زاد تردد جهد الفعل. وبهذا فإن جهد المستقبلة ينبه الليف العصبي الحسي بنفس الطريقة التي ينبه بها الجهد الاستثاري بعد المشبكي في عصبون الجهاز العصبي المركزي محوار العصبون.

جهد مستقبلة جسيمة باسيني ــ مثال على وظيفة المستقبلات

على الطالب أن يعيد الآن دراسة البنية التشريحية لجسيمة باسيني المبينة في الشكل 46-1، حيث يلاحظ بأن للجسيمة ليفاً عصبياً مركزياً يمتد خلال لبها،



الشكل 46-3. استثارة ليف عصبي حسي بجهد مستقبلة مولد في جسيمة باسيني. (محور من: Loëwenstein: Ann. N.Y. Acad. Sci., 94:510,1961).

وتحيط بالليف عدة طبقات محفظة متراكزة، بحيث يؤدي أي انضغاط في أي موضع على خارج الجسيمة إلى تطويلها أو بعجها أو تشويه شكل الليف المركزي فيها.

ولندرس الآن الشكل 46-3 الذي يبين الليف المركزي لجسيمة باسيني فقط بعد إزالة كل طبقات المحفظة بالتشريح المجهري. فنرى أن ذروة الليف المركزي داخل المحفظة تكون عديمة النخاعين، ولكن الليف يكتسب النخاعين بعد مسافة قصيرة وقبل أن يترك الجسيمة ليدخل إلى العصب الحسي المحيطي.

كما يبين الشكل أيضاً الآلية التي يتولد بها جهد المستقبلة في جسيمة باسيني. حيث تلاحظ الباحة الصغيرة لليف الانتهائي الذي تشوه بانضغاط الجسيمة، ويلاحظ بأن قنوات الأيونات قد فتحت في الغشاء لتسمح بانتشار أيونات الصوديوم الموجبة الشحنة إلى داخل الليف. ويولد هذا بدوره زيادة في الإيجابية داخل الليف، وهي جهد المستقبلة. ويحرّض جهد المستقبلة بدوره دارة موضعية لجريان التيار، وهي المبينة بالأسهم الحمراء والتي تنتشر على طول الليف العصبي. ويزيل جريان التيار الموضعي استقطاب غشاء الليف عند عقدة رانفير Ranvier الأولى التي توجد داخل جسيمة باسيني نفسها، وتولد هذه عند ذاك جهود الفعل النمطية التي تنقل على طول الليف العصبي نحو الجهاز العصبي المركزي.

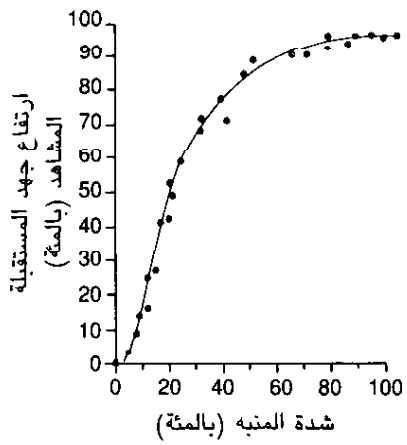
العلاقة بين شدة المنبه وجهد المستقبلة. يبين الشكل 46-4 تغير مدى جهد المستقبلة الذي ينتج عن الانضغاط الآلي الشديد المتزايد الموضوع تجريبياً على اللب المركزي لجسيمة باسيني. ويلاحظ بأن المدى يزداد أولاً بسرعة ولكن سرعته تقل تدريجياً عند الشدة العالية للمنبه.

وبصورة عامة، يزداد تردد جهود الفعل المتكررة والمنقولة من المستقبلات الحسية بنسبة تقارب نسبة زيادة جهد المستقبلة. وعند ضم هذه المعلومات إلى تلك المبينة في الشكل 46-4 يمكننا أن نرى أنه بالرغم من أن منبهاً حسيّاً ضعيفاً جداً يمكنه أن يولد بعض الإشارات الحسية، لكن التنبيه الشديد جداً للمستقبلة يولد زيادات في جهود الفعل تقل تدريجياً. وهذا هو مبدأ مهم جداً تطبقه كل المستقبلات الحسية تقريباً. وهو يسمح للمستقبلة أن تبقى حسّاسة للتجارب الحسية الضعيفة من دون وصولها إلى سرعة الإطلاق القصوى إلى أن تصبح التجربة الحسية شديدة جداً. ومن الواضح أن ذلك يسمح للمستقبلة بأن يكون لها مدى استجابة واسع، من الضعيفة جداً إلى الشديدة جداً.

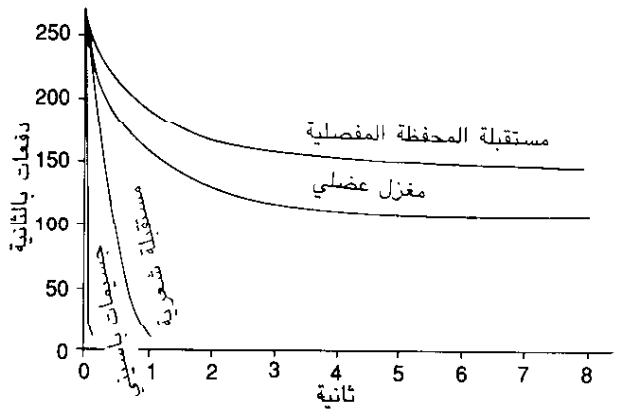
تلاؤم المستقبلات

إن إحدى الصفات الخاصة لكل المستقبلات الحسية هي أنها تتلاءم adapt جزئياً أو كلياً مع منبهاتها بعد فترة من الوقت. فعند وضع منبهات حسية مستمرة، فإن المستقبلات تستجيب أولاً بسرعة عالية من الدفعات ومن ثم تتضاءل السرعة تدريجياً حتى تتوقف استجابة الكثير من المستقبلات توقفاً تاماً.

ويبين الشكل 46-5 تلاؤماً نمطياً لبعض أنواع المستقبلات، ويلاحظ بأن جسيمة باسيني تتلاءم بسرعة عالية جداً. وتتلاءم مستقبلة الشعر خلال ثانية



الشكل 46-4. علاقة مدى جهد المستقبلة بشدة منبه آلي موضوع على جسيمة باسيني (ماخوذ من: Loëwenstein: Ann. N.Y. Acad. Sci., 94:510, 1961).



الشكل 46-5. تلاؤم مختلف أنواع المستقبلات مبيناً التلاؤم السرع لبعض المستقبلات والتلاؤم البطيء لبعضها الآخر.

تقريباً بينما تتلاءم مستقبلات محفظة المفصل ومغزل العضلة ببطء شديد.

وبالإضافة إلى ذلك تتلاءم بعض المستقبلات الحسية لدرجة أكبر كثيراً من غيرها. فمثلاً تتلاءم جسيمات باسيني إلى درجة «الانطفاء» خلال بضعة أجزاء من مئة من الثانية، وتتلاءم مستقبلات قواعد الشعر خلال ثانية أو أكثر. ومن المحتمل أن كل المستقبلات الآلية الأخرى تتلاءم في النهاية تماماً، ولكن بعضها يحتاج لساعات أو لأيام كي يحقق ذلك، ولهذا السبب فإنها سميت مستقبلات «لا تلاؤمية». وأطول وقت قيس لتلاؤم كامل لمستقبلة آلية هو حوالي يومين لمستقبلات الضغط السباتية والأبهرية.

ومن المحتمل أن بعض المستقبلات اللاآلية، كالمستقبلات الكيميائية ومستقبلات الألم، لا تتلاءم تماماً أبداً.

الآليات التي تتلاءم المستقبلات بها. يعتبر تلاؤم المستقبلات خاصية لكل نوع من أنواع المستقبلات، بنفس الطريقة التي يكون فيها توليد جهد المستقبلة خاصية لها. فمثلاً تتلاءم العُصَيّات والمخاريط في العين بتغيير تراكيز موادها الكيميائية الحساسة للضوء (كما سنبحثه في الفصل 50).

وقد درست جسيمات باسيني مرة أخرى في حالة المستقبلات الآلية وبتفصيل كبير لمعرفة خواص تلاؤمها. ويتم التلاؤم في هذه المستقبلات بطريقتين. الأولى هي أن جسيمة باسيني بنية لزجة مرنة بحيث أنه إذا وضعت على إحدى جهاتها قوة مشوهة وبصورة فجائية، تنتقل هذه القوة رأساً بالمكون اللزج الموجود فيها إلى نفس الجهة من الليف العصبي المركزي مولدة فيه جهد المستقبلة، ولكن في خلال بضعة أجزاء من مئة من الملیثانية يعاد توزيع السائل داخل الجسيمة بحيث يصبح الضغط متساوياً خلال كل الجسيمة فيفرض ذلك عندئذ ضغطاً متجانساً على كل جهات ليف اللب المركزي مما يؤدي إلى توقف توليد جهد المستقبلة. ولذلك فإن جهد المستقبلة يظهر عند بدء الانضغاط ثم يتلاشى خلال جزء صغير من الثانية حتى ولو استمر الضغط على الجسيمة.

ومن ثم يحدث عكس ذلك تماماً عند رفع القوة المشوهة عن الجسيمة. إذ تؤدي الإزالة الفورية للضغط من إحدى جهات الجسيمة إلى التمدد السريع لتلك الجهة، فيولد تشوهاً مناسباً للب المركزي مرة أخرى. ويتساوى الضغط مرة أخرى خلال بضعة أجزاء من مئة من الملیثانية في كل أنحاء الجسيمة ويفقد التنبيه. ومع ذلك فإن هذا التشوه لليف اللب المركزي مؤشر لانتهاء الانضغاط كما هو مؤشر لبدئه.

والآلية الثانية لتلاؤم جسيمات باسيني، ولو أنها أبطأ كثيراً، تتولد من العملية التي تسمى التكيّف accommodation، والتي تحدث في الليف العصبي نفسه. أي أنه حتى إذا ما بقي ليف اللب المركزي مشوهاً صدفة، كما يمكن عمله بعد إزالة محفظة الجسيمة وضغط اللب بقُلَيْم stylus، فإن ذروة الليف العصبي نفسه «تتكيف» للمنبه تدريجياً. ومن المحتمل أن ذلك يتولد من «تعطيل» قنوات الصوديوم في غشاء الليف العصبي، ويعني ذلك أن جريان تيار الصوديوم نفسه خلال القنوات يسبب غلقها تدريجياً بطريقة ما، كما أوضحناه في الفصل 5.

ويفترض أن هاتين الآليتين نفسهما للتلاؤم تطبقان أيضاً على الأنواع الأخرى من المستقبلات الآلية. أي أن جزءاً من التلاؤم ينتج من إعادة إحكام بنية المستقبلة نفسها، وينتج القسم الآخر من تكيف نهايات الليف العصبي.

وظيفة المستقبلات البطيئة التلاؤم في الكشف عن شدة المنبّه المستمر ــ المستقبلات «المتوترة». تستمر المستقبلات البطيئة التلاؤم ببث الدفعات إلى الدماغ ما دام المنبه مستمراً (لمدة عدة دقائق أو ساعات على الأقل)، ولهذا فإنها تبقي الدماغ على معرفة مستمرة بحالة الجسم وبعلاقته بمحيطه. فمثلاً تبقي الدفعات، من مغازل العضلة ومن أجهزة غولجي،

الجهاز العصبي المركزي على معرفة بحالة تقلص العضلات وبالحمل على أوتارها في كل لحظة.

وتشمل الأنواع الأخرى من المستقبلات البطيئة التلاؤم مستقبلات البقعة macula في الجهاز الدهليزي، ومستقبلات الألم، ومستقبلات الضغط في الشجرة الشريانية، والمستقبلات الكيميائية في الاجسام السباتية والأبهرية، وبعض مستقبلات اللمس مثل نهايات روفيني Ruffini endings وأقراص مركل Merkel's discs.

ولأن المستقبلات البطيئة التلاؤم تتمكن من الاستمرار ببث المعلومات لعدة ساعات، فإنها تسمى أيضاً المستقبلات المتوترة tonic. ويتلاءم العديد من هذه المستقبلات البطيئة التلاؤم إلى حد الانطفاء إذا ما بقيت شدة المنبه ثابتة تماماً لعدة ساعات أو لأيام. ولحسن الحظ وبسبب تغير أوضاع أجسامنا المستمر، فإن هذه المستقبلات لا تصل أبداً تقريباً إلى حالة التلاؤم التام.

وظيفة المستقبلات السريعة التلاؤم في الكشف عن تغير شدة المنبه ــ «مستقبلات السرعة» أو «مستقبلات الحركة» أو «مستقبلات الطور». من الواضح أن المستقبلات التي تتلاءم بسرعة لا يمكن استعمالها لنقل إشارات مستمرة لأن هذه المستقبلات لا تنبه إلا عند تغيير شدة المنبه فقط. ومع ذلك تستجيب هذه المستقبلات بشدة عند تغير شدة المنبه فعلاً. وبالإضافة لذلك فإن عدد الدفعات التي تنقل تتناسب تناسباً طردياً مع سرعة تغير شدة المنبه. ولذلك تسمى هذه المستقبلات مستقبلات السرعة rate أو مستقبلات الحركة movement أو مستقبلات الطور phase. ولهذا ففي حالة جسيمة باسيني، يستثير الضغط المفاجىء الذي يوضع على النسيج هذه المستقبلة لبضعة مليثوان ثم تنطفىء الاستثارة حتى مع استمرار الضغط، ولكنها ترسل إشارة بعد ذلك عندما يرفع الضغط. وبكلمة أخرى، فإن جسيمات باسيني مهمة جداً في إعلام الجهاز العصبي عن التشوهات النسيجية السريعة، ولكنها غير ذي فائدة في نقل المعلومات عن الحالات الثابتة في الجسم.

أهمية مستقبلات السرعة ــ وظيفتها التنبؤية. إذا عرف الشخص السرعة التي يتغير بها وضع جسمه، فإنه يتمكن عندذاك من أن يتنبأ وضعه بعد بضع ثوان أو حتى بضع دقائق. فمثلاً تكشف مستقبلات القنوات الهلالية في جهاز الدهليز للأذن السرعة التي يبدأ بها الرأس بالدوران عندما يجري الشخص حول مسار منحني. ويتمكن الشخص باستعمال هذه المعلومة من التنبؤ بالمدى الذي سيدور به خلال الثانيتين التاليتين ويمكنه عند ذاك التحكم في حركة أطرافه في وقت مسبق قبل أن يفقد سيطرته على توازنه. وبنفس الطريقة فإن المستقبلات التي تقع في المفاصل أو بالقرب منها تساعد في التعرف على سرع حركة مختلف أقسام الجسم. ولهذا عندما يجري الشخص تسمح هذه المستقبلات للجهاز العصبي بالتنبؤ عن الموضع الذي ستكون فيه القدم خلال جزء من الثانية، ويمكن أن تمرر إشارات حركية مناسبة إلى عضلات الساقين لتولد أية تصحيحات استباقية ضرورية لموضع القدمين كي لا يسقط الشخص. ويؤدي فقدان هذه الوظيفة التنبؤية إلى عدم تمكن الشخص من الجريان.

الألياف العصبية التي تنقل الأنواع المختلفة للإشارات وتصنيفها الفيزيولوجي

من الضروري نقل بعض الإشارات إلى الجهاز العصبي المركزي أو منه بسرعة عالية حداً وإلا فلن تكون المعلومات ذات فائدة له. وأحد الأمثلة على ذلك هي الإشارات الحسية التي تعرّف الدماغ بالأوضاع الآنية للأطراف في كل جزء من الثانية أثناء الجري. وعلى الطرف الآخر المعاكس، ليس من الضروري لبعض المعلومات الحسية، كتلك التي تشير إلى الألم الموجع الطويل الأمد، أن تصل بسرعة أبداً ولذلك تكفيها ألياف توصيل بطيئة. ولحسن الحظ توجد عدة حجوم من الألياف العصبية وبأقطار تتراوح بين 0.2 و 20 ميكرمتراً ـ وكلما كان قطر هذه الألياف أكبر زادت سرعة توصيلها. ويتراوح مدى سرع التوصيل بين 0.5 و 120 متراً/ثانية.

ويقدم النصف العلوي من الشكل 46-6 تصنيفين للألياف العصبية الشائعة الاستعمال. ويشمل أحد هذين التصنيفين تصنيفًا عامًا الألياف الحسية والحركية. كما يضم أيضاً الألياف العصبية المستقلة. والتصنيف الثاني هو تصنيف للألياف العصبية الحسية يستعمله بالدرجة الأولى فيزيولوجيو الأعصاب الحسية.

التصنيف العام. تقسم الألياف في التصنيف العام إلى نوعين A و C، ثم يقسم نوع الألياف A إلى ألياف α و β و γ و δ.

والألياف من نوع A هي الألياف النمطية النخاعينية