

# Anatomie des somatosensorischen Systems

VON WIKIBOOKS

Unser somatosensorisches System besteht aus Sensoren in der Haut und Sensoren in unseren Muskeln, Sehnen und Gelenken. Die Rezeptoren in der Haut, die sogenannten kutanen Rezeptoren, informieren uns über Temperatur (Thermorezeptoren), Druck und Oberflächenstruktur (Mechanorezeptoren) sowie Schmerz (Nozizeptoren). Die Rezeptoren in Muskeln und Gelenken liefern Informationen über Muskel- länge, Muskelspannung und Gelenkwinkel.

Dies ist ein Musterdokument, um die seitenbasierte Formatierung zu demonstrieren. Es enthält ein Kapitel aus einem Wikibuch mit dem Titel Sensorische Systeme. Keiner der Inhalte wurde in diesem Artikel geändert, aber einige Inhalte wurden entfernt.

## Hautrezeptoren

Sensorische Informationen von Meissner-Körperchen und schnell adaptierenden Afferenten führen zur Anpassung der Greifkraft, wenn Objekte angehoben werden. Diese Afferenten reagieren mit einem kurzen Ausbruch von Aktionspotentialen, wenn Objekte während der frühen Phasen des Hebens eine kleine Distanz bewegen. Als Reaktion auf

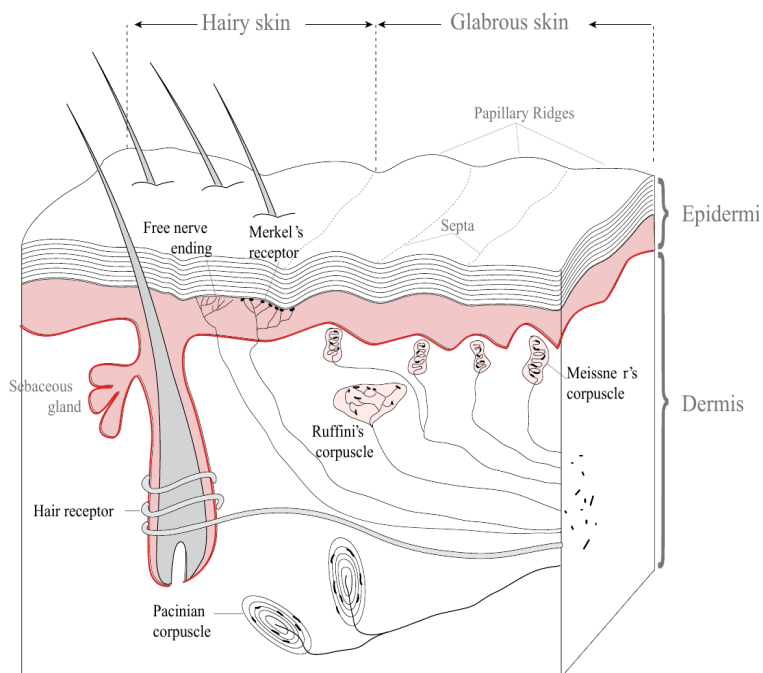
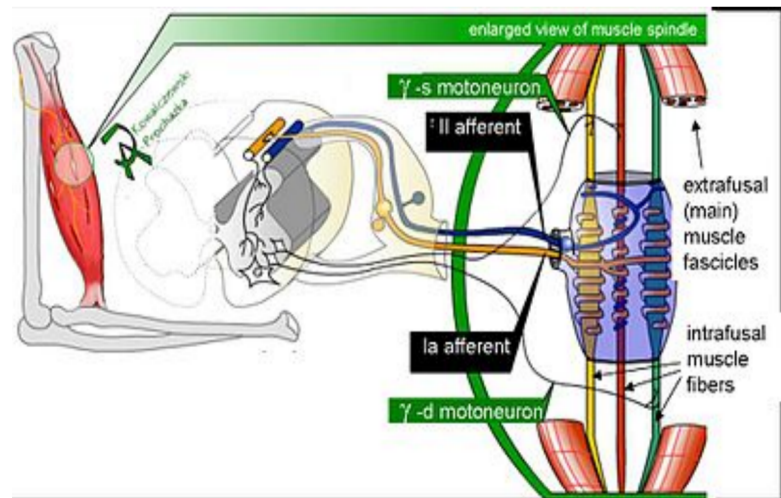


Abbildung 1: Rezeptoren in der menschlichen Haut: Mechanorezeptoren können freie Rezeptoren oder gekapselte sein. Beispiele für freie Rezeptoren sind die Haarrezeptoren an den Haarwurzeln. Gekapselte Rezeptoren sind die Vater-Pacini-Körperchen und die Rezeptoren in der glatten (haarlosen) Haut: Meissner-Körperchen, Ruffini-Körperchen und Merkel-Scheiben.

Die folgende Beschreibung basiert auf Vorlesungsnotizen von Laszlo Zaborszky von der Rutgers University.

Abbildung 2: Der Muskelspindel von Säugetieren, die typische Position in einem Muskel (links), neuronale Verbindungen im Rückenmark (Mitte) und eine erweiterte schematische Darstellung (rechts). Die Spindel ist ein Dehnungsrezeptor mit eigener motorischer Versorgung, die aus mehreren intrafusalen Muskelfasern besteht. Die sensorischen Endigungen eines primären (Gruppe Ia) afferenten und eines sekundären (Gruppe II) afferenten wickeln sich um die kontraktile zentralen Teile der intrafusalen Fasern.



schnell anpassende afferente Aktivität, die Muskelkraft steigt reflexartig an, bis sich das ergriffene Objekt nicht mehr bewegt. Eine so schnelle Reaktion auf einen taktilen Reiz ist ein klares Indiz für die Rolle, die somatosensorische Neuronen bei der motorischen Aktivität spielen.

Die langsam adaptierenden Merkel-Rezeptoren sind verantwortlich für die Wahrnehmung von Form und Textur. Wie zu erwarten ist für Rezeptoren, die die Formwahrnehmung vermitteln, sind die Merkel-Rezeptoren in hoher Dichte in den Fingern und um den Mund (50/mm<sup>2</sup> Hautoberfläche) vorhanden, in geringerer Dichte in anderen glatten Oberflächen und in sehr geringer Dichte in behaarter Haut. Diese Innervationsdichte verringert sich im Laufe der Zeit, sodass sie im Alter von 50 Jahren in menschlichen Fingern auf 10/mm<sup>2</sup> reduziert ist. Im Gegensatz zu schnell adaptierenden Axonen reagieren langsam adaptierende Fasern nicht nur auf die initiale Eindrückung der Haut, sondern auch auf anhaltende Eindrückungen von bis zu mehreren Sekunden Dauer. Die Aktivierung der schnell adaptierenden Pacini-Körperchen vermittelt ein Gefühl von Vibration, während die langsam adaptierenden Ruffini-Körperchen auf die laterale Bewegung oder Dehnung der Haut reagieren.

#### Nozizeptoren

Nozizeptoren haben freie Nervenenden. Funktionell sind Haut-Nozizeptoren entweder hochschwellige Mechanorezeptoren.

Schnell anpassen

Langsam anpassen

Oberflächenrezeptor / | Haarrezeptor,  
Meissner-Körperchen: De- kleine rezeptive \_|tect ein  
Insekt oder eine sehr feine Vibration. Feld Wird zur  
Erkennung von Textur verwendet. Tiefer Rezeptor /  
großes rezeptives Feld Pacini-Körperchen: „Eine  
diffuse Vibration“ z.B. Klopfen mit einem Bleistift.  
Pacini-Körperchen: „Eine diffuse Vibration“ z.B. Klopfen mit einem Bleistift.

Merkelscher Rezeptor: Verwendet für  
räumliche Details, z.B. eine runde  
Oberflächenkante oder „ein X“ in Braille.  
DiffBnie rarniicely: „A allin

Tabelle  
1

oder polymodale Rezeptoren. Polymodale Rezeptoren reagieren nicht nur auf intensive mechanische Reize, sondern auch auf Wärme und schädliche Chemikalien. Diese Rezeptoren reagieren auf winzige Einstiche des Epithels, wobei die Reaktionsstärke vom Grad der Gewebeverformung abhängt. Sie reagieren auch auf Temperaturen im Bereich von 40-60 °C und ändern ihre Reaktionsraten als lineare Funktion der Erwärmung (im Gegensatz zu den sättigenden Reaktionen, die von nicht schädlichen Thermorezeptoren bei hohen Temperaturen gezeigt werden). Schmerzsignale können in einzelne Komponenten unterteilt werden, die verschiedenen Typen von Nervenfasern entsprechen, die für die Übertragung dieser Signale verwendet werden. Das schnell übertragene Signal, das oft eine hohe räumliche Auflösung hat, wird als erster Schmerz oder kutaner Stechschmerz bezeichnet. Es ist gut lokalisiert und leicht tolerierbar. Die viel langsamere, hochaffektive Komponente wird als zweiter Schmerz oder brennender Schmerz bezeichnet; sie ist schlecht lokalisiert und schlecht tolerierbar. Der dritte oder tiefe Schmerz, der aus den Eingeweiden, der Muskulatur und den Gelenken entsteht, ist ebenfalls schlecht lokalisiert, kann chronisch sein und ist oft mit ausstrahlendem Schmerz verbunden.

Beachten Sie, wie  
Abbildungsunterschriften und Fußnoten im  
äußeren Rand (links oder rechts, je  
nachdem, ob die Seite links oder rechts ist)  
angezeigt werden. Außerdem werden  
Abbildungen an den oberen/unten Rand  
der Seite verschoben. Breite Inhalte, wie  
die Tabelle und Abbildung 3, dringen in die  
äußeren Ränder ein.

## Muskelspindeln

Über den gesamten Körper verteilt sind lange, dünne Dehnungsrezeptoren, die als Muskelspindeln bezeichnet werden, in nahezu jedem quergestreiften Muskel. Sie sind im Prinzip recht einfach und bestehen aus einigen kleinen Muskelfasern mit einer Kapsel, die das mittlere Drittel der Fasern umgibt. Diese Fasern werden als intrafusale Fasern bezeichnet, im Gegensatz zu den gewöhnlichen extrafusalen Fasern. Die Enden der intrafusalen Fasern sind an extrafusalen Fasern befestigt, sodass die intrafusalen Fasern immer dann gedehnt werden, wenn der Muskel gedehnt wird.

Länge (sekundäre Muskelspindel-Afferente)  
Längenfehler (primäre  
Muskelspindel-Afferente) Geschwindigkeit  
(primäre Muskelspindel-Afferente)

Abbildung 3: Rückkopplungsschleifen für propriozeptive Signale zur Wahrnehmung und Kontrolle von Gliedmaßenbewegungen. Pfeile zeigen exzitatorische Verbindungen an; ausgefüllte Kreise inhibitorische Verbindungen.

Für weitere Beispiele, wie man HTML und CSS für die papierbasierte Veröffentlichung verwendet, siehe [css4.pub](#).

gestreckt. Der zentrale Bereich jeder intrafusalen Faser hat wenige Myofilamente und ist nicht kontraktile, aber er hat ein oder mehrere sensorische Endungen, die auf ihn angewendet sind. Wenn der Muskel gedehnt wird, wird der zentrale Teil der intrafusalen Faser gedehnt und jede sensorische Endung feuert Impulse. Muskelspindeln erhalten auch eine motorische Innervation. Die großen Motoneuronen, die extrafusale Muskelfasern versorgen, werden als Alpha-Motoneuronen bezeichnet, während die kleineren, die die kontraktile Teile der intrafusalen Fasern versorgen, als Gamma-Neuronen bezeichnet werden. Gamma-Motoneuronen können die Empfindlichkeit der Muskelspindel regulieren, sodass diese Empfindlichkeit bei jeder gegebenen Muskel-Länge aufrechterhalten werden kann.

#### Gelenkrezeptoren

Die Gelenkrezeptoren sind niederer Schwellenmechanorezeptoren und wurden in vier Gruppen unterteilt. Sie signalisieren unterschiedliche Merkmale der Gelenkfunktion (Position, Bewegungen, Richtung und Geschwindigkeit der Bewegungen). Die freien Rezeptoren oder Typ-4-Gelenkrezeptoren sind Nozizeptoren.